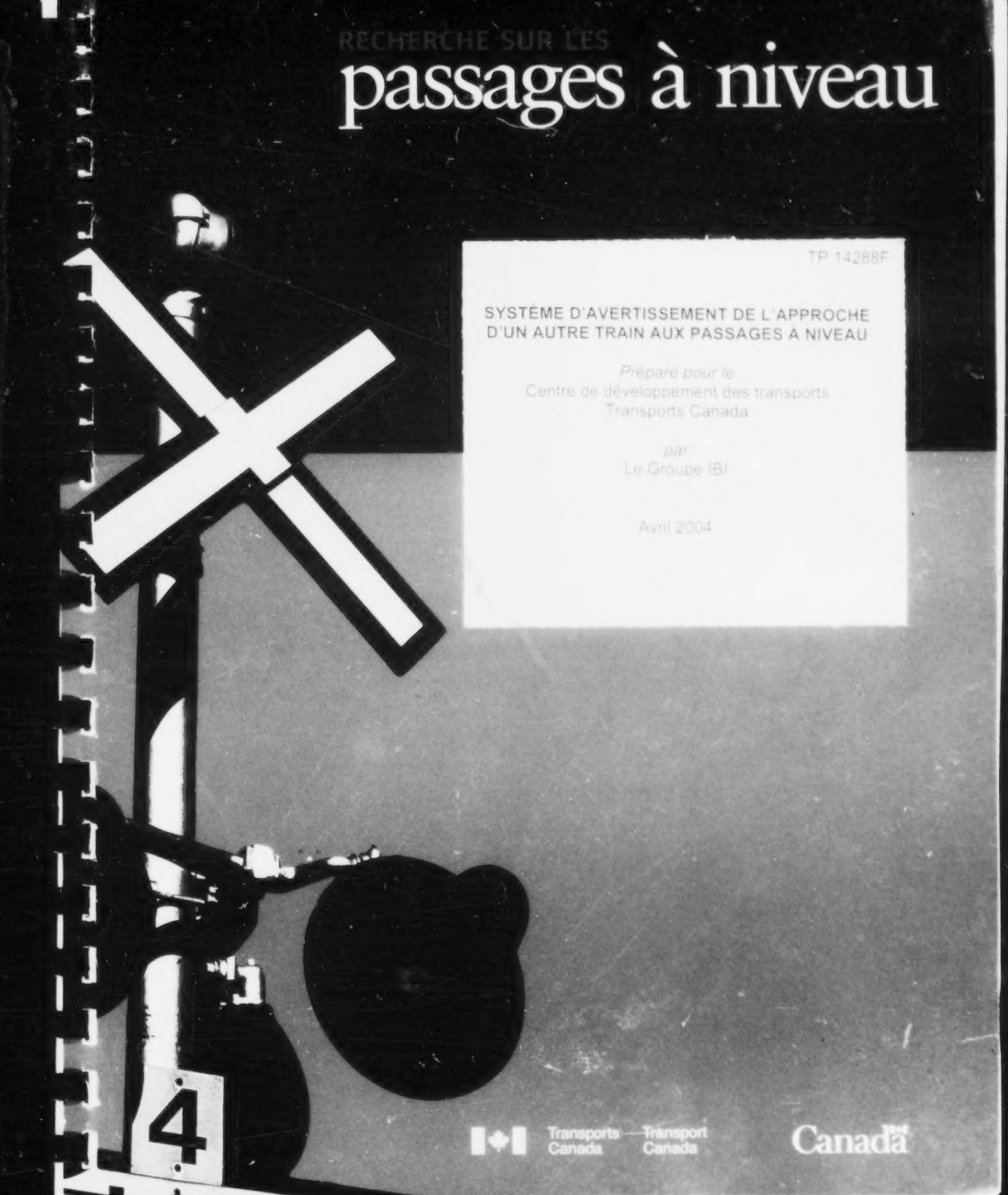
RECHERCHE SUR LES

passages à niveau



TP 14288F

SYSTÈME D'AVERTISSEMENT DE L'APPROCHE D'UN AUTRE TRAIN AUX PASSAGES A NIVEAU

Préparé pour le
Centre de développement des transports
Transports Canada

par
Le Groupe IBI

Avril 2004

Transports Canada — Transport Canada

Canada

105-03273/

TP 14288F

SYSTÈME D'AVERTISSEMENT DE L'APPROCHE D'UN AUTRE TRAIN AUX PASSAGES À NIVEAU

Préparé pour le
Centre de développement des transports
Transports Canada

par
Le Groupe IBI

Avril 2004

TP 14288F

Système d'avertissement de l'approche d'un autre train aux passages à niveau

par
Ron Stewart, Russell Brownlee et Delbert Stewart

Le Groupe
IBI

Avril 2004

Les opinions et les vues exprimées dans ce rapport sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles du Centre de développement des transports de Transports Canada, du comité directeur du projet ou des organismes parrains.

Le Centre de développement des transports et les organismes parrains n'ont pas l'habitude de citer des noms de produits ou de fabricants. S'ils le font ici, c'est simplement pour la bonne compréhension du texte.

Sauf indication contraire, tous les montants sont exprimés en dollars canadiens.

Ce rapport est une traduction du document original : «*Second Train Warning at Grade Crossings*», TP 14288E.

© 2004 Gouvernement du Canada (Centre de développement des transports de Transports Canada). Tous droits réservés.

Transports Canada | Transport Canada

FORMULE DE DONNÉES POUR PUBLICATION

1. N° de la publication de Transports Canada	2. N° de l'étude	3. N° de catalogue du destinataire
TP 14288F	9915	

4. Titre et sous-titre	5. Date de la publication
Système d'avertissement de l'approche d'un autre train aux passages à niveau	Avril 2004
	6. N° de document de l'organisme exécutant

7. Auteur(s)	8. N° de dossier - Transports Canada
Ron Stewart, Russell Brownlee et Delbert Stewart	2450-D-718-6

9. Nom et adresse de l'organisme exécutant	10. N° de dossier - TPSGC
Le Groupe IBI 230 Richmond Street West, 5th Floor Toronto (Ontario) Canada M5V 1V6	MTB-0-00822
	11. N° de contrat - TPSGC ou Transports Canada
	T8200-000515/001/MTB

12. Nom et adresse de l'organisme parrain	13. Genre de publication et période visée
Centre de développement des transports (CDT) 800, boul. René-Lévesque Ouest Bureau 600 Montréal (Québec) H3B 1X9	Final
	14. Agent de projet
	P. Lemay

15. Remarques additionnelles (programmes de financement, titres de publications connexes, etc.)

Coparrainé par les partenaires financiers du Programme de recherche sur les passages à niveau de Direction 2006 : Association des chemins de fer du Canada, Canadien National, Canadien Pacifique Limitée, Via Rail Canada Inc., Alberta Transportation, le ministère des Transports de l'Ontario et le ministère des Transports du Québec

16. Resumé

Un incident mettant en cause un autre train se produit lorsque des piétons croient pouvoir franchir en toute sécurité un passage à niveau, après le départ d'un train, sans se rendre compte de l'arrivée d'un deuxième train dans l'autre direction. Un système d'avertissement de l'approche d'un autre train (AAAT) vise à réduire les risques de collision attribuable à ce genre de situation. La présente étude, entreprise en 1998, avait pour objectif d'examiner les avantages associés au déploiement de systèmes d'AAAT au Canada, et les moyens de procéder à un tel déploiement.

Au terme d'une recherche dans le secteur du transport ferroviaire, deux systèmes d'AAAT automatisés ont été repérés. Mais il n'existait sur le marché aucun système d'AAAT prêt à être installé. Les caractéristiques fonctionnelles d'un système d'AAAT ont donc été élaborées.

Une évaluation de neuf sites candidats a débouché sur la recommandation du passage à niveau de l'avenue O'Brien, à Ville Saint-Laurent, au Québec, pour la tenue de l'essai pilote du système. L'installation du projet pilote comportait des panneaux d'AAAT à message fixe et feux clignotants, au passage à niveau de l'avenue O'Brien.

Les résultats des observations «avant-après» ont démontré que le système d'AAAT a entraîné une baisse de plus de 64 % du nombre total des infractions, baisse qui semble corroborer celle obtenue aux autres endroits où des systèmes d'AAAT ont été étudiés.

Il a été conclu que des systèmes d'AAAT devraient être installés aux sites qui présentent un risque élevé d'incidents/collisions mettant en cause un autre train. Un modèle qualitatif a été élaboré, qui permet de classer les passages à niveau présentant un potentiel de collisions avec un autre train, à partir de données relativement faciles à obtenir. Cette évaluation qualitative devrait servir à établir une liste restreinte de sites.

17. Mots clés	18. Diffusion
Incident comportant un autre train, passage à niveau, avertissement de l'approche d'un autre train, AAAT, projet pilote	Le Centre de développement des transports dispose d'un nombre limité d'exemplaires.

19. Classification de sécurité (de cette publication)	20. Classification de sécurité (de cette page)	21. Déclassification (date)	22. Nombre de pages	23. Prix
Non classifiée	Non classifiée	—	xxx, 119, ann.	Port et manutention

Transport Canada / Transports Canada

PUBLICATION DATA FORM

1. Transport Canada Publication No.	2. Project No.	3. Recipient's Catalogue No.
TP 14288F	9915	

4. Title and Subtitle	5. Publication Date
Système d'avertissement de l'approche d'un autre train aux passages à niveau	April 2004
	6. Performing Organization Document No.

7. Author(s)	8. Transport Canada File No.
Ron Stewart, Russell Brownlee and Delbert Stewart	2450-D-718-6

9. Performing Organization Name and Address	10. PWGSC File No.
IBI Group 230 Richmond Street West, 5th Floor Toronto, Ontario Canada M5V 1V6	MTB-0-00822
	11. PWGSC or Transport Canada Contract No.
	T8200-000515/001/MTB

12. Sponsoring Agency Name and Address	13. Type of Publication and Period Covered
Transportation Development Centre (TDC) 800 René Lévesque Blvd. West Suite 600 Montreal, Quebec H3B 1X9	Final
	14. Project Officer
	P. Lemay

15. Supplementary Notes (Funding programs, titles of related publications, etc.)

Co-sponsored by the funding partners of the Direction 2006 Highway-Railway Grade Crossing Research program: Railway Association of Canada, Canadian National Railway, Canadian Pacific Railway, VIA Rail Canada Inc., Alberta Transportation, Ministry of Transportation of Ontario, and the ministère des Transports du Québec

16. Abstract

A second train incident occurs when pedestrians assume that they can safely traverse an at-grade road-railway crossing, subsequent to the departure of a train, only to be met by a second train in the crossing area. A second train warning system is designed to reduce the risk of collision resulting from this situation. This study was initiated in 1998 to review the benefit and means of deployment of second train warning (STW) systems in Canada.

An industry scan of train warning systems identified two active STW systems. No commercially available STW systems were identified. A functional specification for STW systems was developed.

An assessment of nine candidate sites was undertaken, resulting in a recommendation for the pilot test STW site at the O'Brien Avenue crossing in Ville Saint-Laurent, Quebec. The pilot project installation consisted of static STW signs and flashing beacons at the O'Brien Avenue crossing.

The results of the "before" and "after" observations demonstrated that the STW system resulted in more than a 64% decrease in total violations, which appears to be consistent with those achieved at other STW pilot program locations.

It was concluded that STW systems should be pursued at sites with a high risk of second train incidents/collisions. A qualitative model was developed to rank the at-grade crossings having a potential for second train collisions, with minimal data collection efforts. The results of the qualitative screening would be used to establish a short-list of sites.

17. Key Words	18. Distribution Statement
Second train incident, highway-railway grade crossing, second train warning, STW, pilot project, at-grade crossing	Limited number of copies available from the Transportation Development Centre

19. Security Classification (of this publication)	20. Security Classification (of this page)	21. Declassification (date)	22. No. of Pages	23. Price
Unclassified	Unclassified	—	xxx, 119, apps	Shipping/ Handling

ÉQUIPE DE PROJET

Derek Sims, ing., directeur du projet

Ron Stewart, ing., gestionnaire du projet

Russell Brownlee, ing., ingénieur principal en transport

Gregg Loane, ing., ingénieur principal en transport

John McGill, ing., président, Synectics Transportation Consultants

Delbert Stewart, gestionnaire, Systèmes de sécurité des transports, Synectics Transportation Consultants

PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LES PASSAGES A NIVEAU DE DIRECTION 2006

Cette étude fait partie du Programme de recherche sur les passages à niveau parrainé par Transports Canada, les grandes sociétés ferroviaires canadiennes et plusieurs provinces. Ce programme constitue un des volets de Direction 2006, un projet coopératif dont le but est de diminuer de moitié le nombre des accidents aux passages à niveau d'ici 2006.

Partenaires financiers

Transports Canada

Association des chemins de fer du Canada

Canadien National

Canadien Pacifique Limitée

VIA Rail Canada Inc.

Alberta Transportation

Ministère des Transports de l'Ontario

Ministère des Transports du Québec

À RICHARD (RICK) CLIVE FELSTEAD

En sa qualité de membre du comité directeur du projet, Monsieur Felstead a mis son expérience et ses connaissances inestimables au service du projet. Son affabilité, sa bienveillance et son dévouement indéfectible envers son travail et ses collègues resteront gravés dans notre mémoire.

SOMMAIRE

Contexte et portée

Le 20 avril 1995, un train de marchandises filant vers l'ouest renversait et tuait deux piétons au passage à niveau public de la rue Park, au point miliaire 125,15 de la subdivision Kingston à Brockville, en Ontario. Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a par la suite déterminé que lorsque les piétons se sont engagés sur la trajectoire du train circulant vers l'ouest, toute leur attention était retenue par un autre train qui traversait le même passage, mais vers l'est. Ce type de collision s'appelle «collision avec un autre train». Entre 1989 et 1999 inclusivement, 15 collisions du genre mettant en cause des piétons se sont produites au Canada, dont 11 à des passages à niveau.

En 1998, Transports Canada réunissait une équipe afin de participer à une étude portant sur l'utilisation de systèmes d'avertissement pour signaler aux piétons l'approche d'un autre train (AAAT). Ces systèmes visent à mieux informer les piétons afin d'atténuer le risque d'un accident lorsqu'ils supposent pouvoir traverser les voies ferrées en toute sécurité au passage à niveau après le départ d'un premier train. L'équipe de projet a préparé le cadre de référence d'une étude portant sur un système d'avertissement de l'approche d'un autre train aux passages à niveau pour piétons.

En décembre 2000, après une demande de propositions lancée, Transports Canada chargeait Le Groupe IBI d'entreprendre l'étude sur les systèmes d'avertissement de l'approche d'un autre train. Cette étude comportait trois phases, dont les objectifs étaient les suivants :

- **Phase 1 : Préparation de l'essai pilote** – Revue des dispositifs existants d'avertissement de l'approche d'un autre train et de leur efficacité, élaboration des critères de sélection d'un site d'essai, sélection d'un site d'essai, élaboration de caractéristiques fonctionnelles et d'un modèle avantages-coûts, et préparation du plan de la phase 2.
- **Phase 2 : Réalisation de l'essai pilote** – Achat, installation, démonstration et évaluation d'un système d'avertissement de l'approche d'un autre train à un passage à niveau présentant un risque avéré d'accident avec un autre train. Cette phase a aussi comporté la collecte de données «avant» et «après» à l'aide de matériel de surveillance vidéo, l'évaluation des résultats obtenus et la préparation du plan de la phase 3 comportant l'élaboration de recommandations touchant la mise en oeuvre.
- **Phase 3 : Recommandations** – Formulation des conclusions de l'étude et de recommandations concernant la mise en œuvre de systèmes d'avertissement de l'approche d'un autre train au Canada.

Inventaire des systèmes d'avertissement de l'approche d'un autre train

Les systèmes automatisés d'avertissement de l'approche d'un autre train sont relativement récents en Amérique du Nord et leur développement se poursuit. L'équipe de projet a effectué une revue des documents touchant des recherches et des projets concernant des systèmes d'AAAT automatisés, consultés dans le cadre de travaux antérieurs sur des systèmes d'AAAT et de la présente étude.

Une recherche a été menée dans le secteur du transport ferroviaire, en vue de déceler l'existence d'initiatives ailleurs qu'au Canada : deux projets de mise en œuvre de systèmes d'AAAT automatisés ont été repérés en Amérique du Nord.

- **Baltimore, Maryland** – En réaction aux fréquents événements de type «autre train» à ses passages à niveau à deux voies situés sur la Central Light Rail Line (CLRL) de Baltimore, la Maryland Mass Transit Administration (MMTA) a entrepris une étude, au passage à niveau Timonium, visant la définition et la démonstration d'un système d'avertissement automatisé qui sensibiliserait davantage les automobilistes et les obligerait à s'arrêter à l'approche d'un autre train. Cette étude s'est révélée concluante. En effet, au cours de la période d'observation de 90 jours qui a suivi l'installation, les mouvements illégaux de piétons et les cas de «comportements à risque» lors de l'approche d'un autre train ont diminué de 80 %.
- **Los Angeles, Californie** – La Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority (LACMTA), préoccupée par le potentiel de collision avec un deuxième train à certains de ses passages à niveau, a choisi le passage à niveau de la Vernon Avenue de la Metro Blue Line pour l'installation et la démonstration du système d'AAAT. Selon les résultats préliminaires, une réduction importante des comportements à risque des piétons lors de l'approche d'un autre train a été constatée. Fait remarquable, on a noté une réduction de 78 % du nombre de piétons qui s'aventurent sur la voie ferrée moins de six secondes avant le passage d'un train.

Les chercheurs n'ont trouvé sur le marché aucun système d'AAAT prêt à être installé. L'architecture des STI pour le Canada ne fait pas explicitement mention des systèmes ni des panneaux d'AAAT. Cependant, leur but et leur fonctionnement sont indissociables des fonctions définies dans les sections intitulées *Fonctions de base de passage à niveau* (Sous-services aux utilisateurs 2.8.1) et *Fonctions avancées de passage à niveau* (Sous-services aux utilisateurs 2.8.2).

D'autres programmes et systèmes d'AAAT répertoriés au Canada, aux États-Unis et au Royaume-Uni, ont été revus et pris en compte dans la présente étude. De plus, d'autres travaux récents dans le domaine des technologies sur la sécurité des piétons ont été pris en considération dans la conception et l'évaluation du projet pilote et du prototype de panneau d'AAAT.

Élaboration de critères de sélection

La mise en œuvre efficace de systèmes d'AAAT nécessitait l'élaboration de critères visant à déterminer les passages à niveau qui présentaient un risque élevé de collision avec un autre train. La documentation existante sur les systèmes d'AAAT et d'autres systèmes d'avertissement ferroviaire et leur mise en oeuvre a aidé à définir les critères les plus importants à prendre en compte dans l'élaboration des modèles de classement des sites par ordre de priorité.

- Passage à niveau à voies multiples (obligatoire) – deux voies ferrées ou plus au passage à niveau.
- Historique des collisions (qualitatif) – infractions (non-respect du système d'avertissement) et conflits train-piéton.
- Circulation piétonnière intense (quantitatif ou qualitatif) – nombre quotidien de piétons, soit le nombre de piétons qui traversent (chaque jour) le passage à niveau.

- Nombre d'événements de type «autre train» (quantitatif) – nombre d'événements de type «autre train» se produisant à un passage à niveau donné, durant une période donnée.
- Densité élevée du trafic ferroviaire dans les deux sens (quantitatif ou qualitatif) – nombre de trains franchissant le passage à niveau chaque jour, dans chaque direction.
- Interdiction de siffler (qualitatif) – toutes choses étant égales par ailleurs, il est à prévoir qu'un passage à niveau assujetti à une interdiction de siffler présentera un risque de collision plus élevé que ceux où l'utilisation du sifflet est permise, puisque celui-ci avertit de l'arrivée du train.
- Visibilité (qualitatif) – la ligne de visibilité des piétons lorsqu'un train approche : facteur important qui influe sur leur «exposition (au risque)».
- Vitesses d'exploitation des trains (qualitatif) – vitesses d'exploitation des trains et écarts de vitesse au passage à niveau.
- Système d'avertissement en usage (qualitatif) – les types de systèmes d'avertissement actuellement en usage aux passages à niveau et leur configuration peuvent avoir une efficacité variable lorsqu'il s'agit d'avertir les piétons de l'arrivée d'un autre train.

Certains de ces critères ont été appliqués à la sélection des sites candidats pour l'essai pilote. Ils ont aussi été pris en considération pour le système de classement par ordre de priorité de tous les passages à niveau du Canada.

Sélection et évaluation de sites candidats

Le comité directeur du projet (CDP) a établi une liste restreinte de sites candidats, par suite de discussions avec des représentants de Transports Canada et des agences de trains de banlieue des régions métropolitaines de Montréal et de Toronto. Puis, les sites candidats ont été soumis à une évaluation qualitative, réalisée au moyen des critères suivants :

- historique des collisions avec un autre train;
- connaissances des responsables locaux sur les opérations ferroviaires et le comportement des piétons au passage à niveau;
- potentiel d'événements de type «autre train»;
- potentiel de circulation piétonnière dense et continuelle;
- vitesses d'exploitation des trains et écarts de vitesse.

Trois sites de la région de Toronto, et six sites de la région de Montréal ont été désignés sites candidats pour le projet pilote. Selon les rapports de vérification sur place de ces sites et les commentaires formulés par les membres du CDP, il a été recommandé de retenir le passage à niveau de l'avenue O'Brien sur la ligne Deux-Montagnes, à Ville Saint-Laurent, au Québec, pour la tenue de l'essai pilote du système d'AAAT.

Caractéristiques fonctionnelles

Une étude de marché a confirmé qu'il n'existait sur le marché aucun système d'AAAT complet, prêt à être installé. Les systèmes déployés à la Timonium Station (Baltimore) et au passage à niveau de la Vernon Avenue (Los Angeles), étaient des systèmes adaptés et mis au point conjointement par le client et le fournisseur. Il a donc été décidé, dans le cadre du projet de Transports Canada, de commencer par élaborer les caractéristiques générales d'un système

d'AAAT. Un examen des critères d'évaluation des systèmes d'AAAT a permis de cerner deux types de panneaux pouvant constituer des solutions viables :

- type 1 – panneau préprogrammé à états limités à diodes électroluminescentes (DEL);
- type 2 – panneau à message fixe et feux clignotants alternatifs.

Des caractéristiques fonctionnelles ont été définies pour les deux types de systèmes. Elles portaient sur ce qui suit :

- activation du système d'avertissement et logique;
- nombre de panneaux et emplacement;
- feux et avertisseurs sonores auxiliaires;
- bilinguisme;
- sûreté intégrée;
- contenu du panneau pendant l'approche d'un autre train et en dehors des périodes où approche un autre train;
- montage du panneau, dimensions et emplacement;
- coûts de fabrication.

Modèle avantages-coûts d'atténuation des risques

L'estimation des avantages et des coûts globaux constitue un facteur d'importance lorsqu'il s'agit de déterminer l'efficacité nette de la mise en œuvre de systèmes d'AAAT. Une évaluation détaillée de la réduction des risques attribuable aux systèmes d'AAAT doit être menée pour en évaluer l'efficacité. Les résultats ainsi obtenus, combinés à une analyse des avantages et des coûts sociaux, permettront de connaître le rapport avantages-coûts de l'effet des systèmes d'AAAT. Le tableau 1 offre un résumé des avantages et des coûts pris en compte dans l'élaboration du modèle avantages-coûts d'atténuation des risques.

Tableau 1 Avantages et coûts de la mise en œuvre d'un système d'AAAT

Avantages	Coûts
• Réduction du nombre de collisions avec un autre train • Baisse du nombre de décès • Allègement du fardeau des services d'urgence • Allègement du fardeau du système de soins de santé • Retards évités • Augmentation des profits pour les sociétés ferroviaires • Réduction du nombre de litiges/ réclamations d'assurance	• Coût en capital • Frais d'exploitation • Coûts d'entretien • Frais d'administration

Après examen des deux types de panneaux et compte tenu du coût relatif de chaque installation, il a été recommandé d'utiliser le type 2, - panneau à message fixe, pour le projet pilote.

Site de l'essai pilote

L'installation du projet pilote comportait des panneaux d'AAAT à message fixe et feux clignotants au passage à niveau de l'avenue O'Brien sur la ligne Deux-Montagnes. La mise en place a eu lieu en novembre 2002. Ce passage à niveau est situé à l'intersection d'une route à quatre voies et de deux voies ferrées électrifiées. Des trottoirs bordent l'avenue O'Brien des deux côtés et environ 400 piétons les empruntent chaque jour, au cours des huit heures de période de pointe. Les deux trottoirs sont fréquentés, mais la majorité des piétons (environ 75 %) empruntent celui du côté ouest de la route.

Environ 56 trains empruntent chaque jour la ligne de trains de banlieue Deux-Montagnes. Au cours des huit heures d'observation de la circulation piétonnière et ferroviaire du 9 août 2001, aucun événement de type «autre train» n'a été relevé, mais l'horaire des trains, et les «quasi-événements 'autre train'» survenus au cours de ces observations sur le terrain, portent à croire qu'il pourrait y avoir une moyenne de un à trois événements «autre train» chaque jour à cet endroit.

Comme les piétons franchissent le passage à niveau des côtés est et ouest, il a été proposé d'installer quatre panneaux, qui puissent être visibles depuis les quatre quadrants de l'intersection. Un système de surveillance a été installé. Celui-ci comportait deux paires de caméras (quatre en tout) placées des côtés est et ouest du passage à niveau, sur l'emprise ferroviaire. Ces caméras ont été orientées et configurées de façon à observer le comportement des piétons dans les quatre aires d'attente à proximité de la voie ferrée.

Sondage sur la compréhension des panneaux

À la conclusion de la phase 1 du projet, il a été recommandé de vérifier le contenu des panneaux proposés, de façon à s'assurer que la majorité des gens comprendraient bien le message du panneau d'AAAT. Un poste de sondage a donc été mis en place à la gare centrale de Montréal. On demandait aux répondants d'examiner une photo agrandie d'une des approches du passage à niveau de l'avenue O'Brien avec, en superposition, un panneau d'AAAT placé à peu près à l'endroit prévu pour le projet pilote. Le panneau principal portait la mention «Attention! 2 trains» et le panneau auxiliaire, la mention «Aux feux jaunes». On leur demandait ensuite à quoi, selon eux, il faudrait s'attendre si les feux du panneau avertisseur jaune se mettaient à clignoter. Outre cette réponse, on enregistrait des données démographiques générales sur les répondants (sexe, âge approximatif, langue d'usage).

Le sondage a clairement démontré que le contenu des panneaux d'AAAT était approprié pour l'essai pilote au passage à niveau de l'avenue O'Brien. Plus de 80 % des participants ont compris que le système d'avertissement avait pour but de leur signaler l'arrivée d'un deuxième train ou la présence de deux trains au passage à niveau ou à l'approche de celui-ci.

Installation, mise en service et activation du système d'AAAT

Le système d'AAAT, y compris les panneaux, les feux et l'équipement d'enregistrement vidéo, a été installé en octobre et au début de novembre 2002. Le personnel du Canadien National (CN) a procédé à l'installation complète, aux termes d'un contrat avec Le Groupe IBI.

Le système de surveillance a été activé en novembre 2002. Celui-ci devait servir à l'enregistrement des observations «avant», soit avant l'activation du système d'AAAT. Ce dernier a été mis en service en mars 2003.

Collecte et analyse des données «avant» et «après»

Les données «avant» ont été recueillies par enregistrement vidéo du passage à niveau pendant deux mois, soit de novembre 2002 à janvier 2003. Les bandes ont ensuite été visionnées et les «incidents piéton-train» ont été relevés. Un «incident piéton-train» se produisait chaque fois qu'«un train (ou parfois deux) traversait le passage à niveau de l'avenue O'Brien sur la ligne Deux-Montagnes du CN, alors que le système d'avertissement était activé et qu'au moins un piéton se trouvait dans la zone protégée par le système d'avertissement». Cet examen avait pour objectif de déterminer et de documenter le nombre total d'«infractions», ou empiétements, et de «non-infractions», ou non-empiétements, par des piétons et des cyclistes, au passage à niveau de l'avenue O'Brien, au cours d'un «incident piéton-train».

Le système d'AAAT a alors été mis en service au passage à niveau de l'avenue O'Brien. La phase d'analyse «après» a couvert la période au cours de laquelle le système d'avertissement était entièrement fonctionnel. Les observations ont été faites entre le 21 mars 2003 et le 2 octobre 2003. Les bandes ont été visionnées et les «incidents piéton-train» ont été relevés. En l'occurrence, un «incident piéton-train» se produisait chaque fois que «deux trains traversaient le passage à niveau de l'avenue O'Brien en sens opposé alors que le système d'AAAT était activé et qu'au moins un piéton se trouvait dans la zone protégée par le système d'avertissement».

Efficacité du système d'avertissement de l'approche d'un autre train

Après analyse des observations concernant les infractions (ou empiétements sur le passage à niveau) «avant» et «après», le système d'AAAT a entraîné une réduction du nombre total d'infractions au passage à niveau pilote. Le tableau 2 résume les observations faites, avec et sans système d'AAAT.

Tableau 2 Observations et infractions totales

Observations	Observations «avant» (système d'AAAT en service)		Observations «après» (système d'AAAT en service)	
	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
Empiétements	1 553	83,1 %	157	30,8 %
Non-empiétements	251	13,4 %	352	69,2 %
Observations non pertinentes	66	3,5 %	0	0,0 %
Total	1 870	100,0 %	509	100,0 %

Ces résultats indiquent une diminution de plus de 64 % du nombre total d'infractions (commises par des piétons et des cyclistes) avec le système d'AAAT en place. Le tableau 3 compare l'efficacité du système d'AAAT au site pilote à celle d'autres installations en Amérique du Nord.

Les résultats obtenus au passage à niveau de l'avenue O'Brien semblent corroborer les résultats obtenus aux autres endroits où des systèmes d'AAAT ont été étudiés.

Tableau 3 Comparaison des résultats sur l'efficacité des systèmes d'AAAT	
Sité étudié	**Efficacité**
Passage à niveau Timonium – Maryland	80 %
Passage à niveau de la Vernon Avenue – Los Angeles	14 % à 73 % [1]
Passage à niveau de l'avenue O'Brien – Montréal	64 %
Nota : (1) L'écart représente l'efficacité observée selon les différentes définitions d'un comportement à risque données dans l'évaluation.	

Évaluation des avantages-coûts de l'atténuation des risques par un système d'AAAT

Un modèle des avantages-coûts de l'atténuation des risques a été élaboré, pour déterminer les avantages nets associés à la mise en œuvre d'un système d'avertissement de l'approche d'un autre train à un passage à niveau au Canada. Voici les variables intégrées au modèle :

- coût du système d'avertissement de l'approche d'un autre train;
- coût social d'une «perte d'une vie humaine»;
- retards de trains de voyageurs par suite d'une collision avec un autre train;
- coût du temps perdu pour les voyageurs;
- retards de trains de marchandises par suite d'une collision avec un autre train;
- efficacité prévue d'un système d'avertissement de l'approche d'un autre train.

L'évaluation avantages-coûts de l'atténuation des risques visait à déterminer l'avantage net que procure le système d'AAAT, soit son efficacité à accroître la sécurité des piétons aux passages à niveau où surviennent des événements de type «autre train». Une fois établie l'efficacité du système d'AAAT au site pilote de l'avenue O'Brien, une analyse avantages-coûts de l'installation de systèmes de ce genre à d'autres passages à niveau a été réalisée, en supposant une efficacité partout semblable sur le plan de la sécurité.

Avantages et coûts d'un système d'AAAT

Pour élaborer le modèle avantages-coûts, il a fallu définir et mesurer en termes pécuniaires (de façon quantitative) les avantages et les coûts directs et indirects d'une intervention. Les coûts et les avantages «sociaux» sont ceux qui intéressent tout particulièrement la présente étude. Le tableau 4 comporte un résumé des avantages et des coûts liés à l'utilisation d'un système d'AAAT.

Tableau 4 Avantages et coûts associés à la mise en œuvre d'un système d'AAAT	
Avantages	**Coûts**
• Réduction du nombre de collisions avec un autre train • Baisse du nombre de décès • Allègement du fardeau des services d'urgence • Allègement du fardeau du système de soins de santé • Retards évités • Augmentation de profits pour les sociétés ferroviaires • Réduction du nombre de litiges/réclamations d'assurance	• Coût en capital • Frais d'exploitation • Coûts d'entretien • Frais d'administration

Estimateur des collisions avec un autre train évitables

La valeur EFF (AAAT) de 64,38 %, obtenue au terme de l'essai pilote, a permis de calculer l'estimateur du «nombre attendu de décès de piétons attribuables à des collisions avec un autre train évitables chaque année à un passage à niveau» (CÉ/passage à niveau/année). Les limites de l'intervalle de confiance de part et d'autre de l'estimateur sont de 49,06 % (limite inférieure) et 75,10 % (limite supérieure), pour un niveau de confiance de 95 %.

D'après les résultats de la phase 1 de l'étude, au Canada, seulement 11 décès de piétons, au cours de la période de 11 ans allant de 1988 à 1998, découlaient d'une collision avec un autre train. Or, il existe au Canada environ 255 passages à niveau qui présentent un risque de collision avec un autre train. Cela signifie qu'il y a eu 0,043 décès par passage à niveau sur une période de 11 ans (11 décès/255 sites), ou 0,004 décès par passage à niveau par année.

Comme les limites supérieure et inférieure de l'intervalle de confiance de part et d'autre de l'estimateur d'EFF (AAAT) sont de 75,10 %, et 49,06 %, respectivement, le nombre de collisions piéton-train qui peuvent être évitées chaque année à chaque passage à niveau (CÉ/passage à niveau/année) par la mise en oeuvre d'un système d'AAAT peut se calculer comme suit :

$$0{,}4906 * 0{,}004 < \textbf{Estimation CÉ/passage à niveau/année} > 0{,}7510 * 0{,}004$$

ou

$$0{,}00192 < \textbf{Estimation CÉ/passage à niveau/année} > 0{,}00295$$

Les économies totales de coûts sociaux sont la somme des économies de coûts sociaux associés à la «vie humaine» et des économies de coûts directs attribuables aux collisions piéton-train évitées. Le tableau 5 présente une estimation des coûts d'une collision «type» entre un piéton et un train à un passage à niveau qui perturberait le transport et l'horaire de 10 000 banlieusards

(l'équivalent de 10 trains de banlieue), ainsi qu'une estimation des économies de coûts sociaux par passage à niveau par année.

Tableau 5 Économies de coûts estimées – Prévention de collision piéton-train		
Économies de coûts	**Description**	**Coût estimatif**
Économies de coûts sociaux en «vies humaines»	2 millions $/décès	2 millions $
Retard subi par les voyageurs	10 000 voyageurs retardés d'une heure à 10 $/heure	100 000 $
Activités du service de trains de banlieue	Organisation d'un moyen de transport alternatif à 10 $/voyageur	100 000 $
Services d'urgence	Variables – supposons 10 000 $/collision	10 000 $
Traumatismes subis par l'équipe et recours à une nouvelle équipe	Variables – supposons 10 000 $/collision	10 000 $
Pénalités contractuelles et dommages matériels	Variables – supposons 10 000 $/collision	10 000 $
Total		2 230 000 $

Les économies de coûts estimatives par collision ont ensuite été multipliées par la probabilité d'une collision avec un autre train à un passage à niveau en une année.

Coût en capital d'un système d'AAAT

Le coût en capital associé à l'installation d'un système d'AAAT a été évalué à partir des coûts de l'installation au site du projet pilote de l'avenue O'Brien. Les coûts en matériel se sont élevés à 20 519,34 $, et les coûts de main-d'œuvre, à 44 273,41 $, pour des coûts d'installation totaux de 64 792,75 $. Les coûts d'entretien sont évalués à environ 2 000 $ par année.

Rapport avantages-coûts

Après avoir défini et estimé les économies de coûts sociaux par passage à niveau par année (attribuables à la réduction attendue du nombre de collisions par suite de la mise en oeuvre d'un système d'AAAT) et les coûts de mise en oeuvre d'un système d'AAAT, il est possible de comparer les avantages aux coûts liés à l'installation et à l'entretien du système. Pour le calcul du rapport avantages-coûts du système, tous les coûts et avantages annuels ont été convertis en valeurs actualisées (VA), à l'aide d'un taux d'actualisation de 6 % :

$$A/C = VA_{avantages}/VA_{coûts}$$

Le tableau 6 contient un résumé de la valeur actualisée (VA) des coûts et avantages, ainsi que le rapport avantages-coûts associé au panneau d'AAAT à message fixe de type 2.

Tableau 6 Rapport avantages-coûts de la mise en service d'un système d'AAAT		
Panneau à message fixe de type 2	**Valeur estimative pour un cycle de vie de 15 ans**	
	Limite de confiance inférieure, niveau de confiance de 95 %	**Limite de confiance supérieure, niveau de confiance de 95 %**
VA des coûts	80 549,73 $	80 549,73 $
VA des avantages	41 668,90 $	63 785,86 $
Rapport avantages-coûts	0,52	0,79

Dans le scénario ci-dessus, le rapport avantages-coûts est inférieur à 1,0 pour la mise en service d'un système d'AAAT. Pour obtenir un rapport avantages-coûts d'environ 1,0, il faudrait :

- soit ramener à moins de 47 000 $ les coûts d'achat et d'installation (NOTA : la «limite supérieure» des avantages sociaux a été utilisée pour déterminer la valeur de 47 000 $, plutôt que l'estimateur exact).
- soit augmenter les économies totales de coûts sociaux (ou avantages économiques) par passage à niveau par année d'environ Y $. Pour réaliser des économies supplémentaires de cet ordre, le coût total d'une vie humaine et d'une collision type à un passage à niveau devrait être porté à environ 2,82 millions $, par rapport aux 2,23 millions $ actuels (2 millions $ pour une vie humaine et 230 000 $ en coûts pour la société ferroviaire et en retards attribuables à une collision type à un passage à niveau). (NOTA : la «limite supérieure» des avantages sociaux a été utilisée pour déterminer la valeur de 2,82 millions $, plutôt que l'estimateur exact).

Caractéristiques fonctionnelles - déploiement général de systèmes d'AAAT au Canada

Après examen de l'efficacité et de l'installation du système d'AAAT à panneau à message fixe au passage à niveau de l'avenue O'Brien, les caractéristiques fonctionnelles définies au départ pour le projet pilote ont été revues en prévision d'un déploiement général des systèmes d'AAAT. Les points suivants ont été abordés :

- activation du système d'avertissement et logique;
- nombre de panneaux et emplacement;
- feux et avertisseurs sonores auxiliaires;
- bilinguisme;
- sûreté intégrée;
- contenu du panneau pendant l'approche d'un autre train et en dehors des périodes où approche un autre train;
- montage du panneau, dimensions et emplacement.

L'examen de l'installation du système d'AAAT pilote, a mené aux constations suivantes :

- l'opportunité d'installer des feux additionnels derrière les feux principaux doit être déterminée au cas par cas. De tels feux additionnels peuvent être nécessaires si l'emplacement des panneaux/feux fait en sorte que les piétons ne peuvent pas bien les voir depuis toutes les aires d'attente;

- une batterie de secours et des composants «critiques» devraient être envisagés pour le déploiement à grande échelle de systèmes d'AAAT;
- le panneau d'AAAT de type 1 (panneau à DEL) devrait être envisagé pour le déploiement à grande échelle de systèmes d'AAAT;
- des attaches plus robustes devraient être envisagées pour empêcher les panneaux d'osciller et de se détacher, éventuellement, de leur support.

Établissement d'un ordre de priorité pour l'installation d'un système d'AAAT au Canada

Pour élaborer un programme de déploiement à grande échelle de systèmes d'AAAT au Canada, il est essentiel de définir des critères et une méthode pour repérer les passages à niveau qui présentent un risque élevé d'événements de type «autre train».

Modèle qualitatif

Des discussions avec le CDP et des observations sur le terrain faites aux fins de la sélection d'un site pour le projet pilote ont mené à constater que certains sites présentent une faible probabilité d'incidents comportant un autre train, en raison de leur emplacement ou de la nature des opérations ferroviaires. Ces passages à niveau présentent notamment les caractéristiques suivantes :

- circulation piétonnière faible ou nulle (passages à niveau à voies multiples de régions rurales ou éloignées);
- trafic ferroviaire de faible densité et/ou probabilité peu élevée d'événements de type «autre train»;
- faible probabilité que le passage d'un autre train coïncide avec la présence de piétons.

À la lumière des critères de sélection définis au cours de la recherche sur les collisions avec un autre train et sur les systèmes d'AAAT, et de la disponibilité des données concernant ces critères aux divers sites du Canada, il a été déterminé qu'un modèle qualitatif serait utilisé pour établir une liste restreinte de sites présentant un risque élevé d'événements de type «autre train».

Ce modèle qualitatif reposerait sur un indice pondéré des attributs du site énumérés au tableau 7.

Tableau 7 Critères du modèle qualitatif

Critères qualitatifs	Description	Pondération
Circulation piétonnière	Faible, moyenne, élevée	0,4
Trafic ferroviaire	Nombre estimatif de trains par jour	0,3
Interdiction de siffler	Interdiction/aucune interdiction	0,1
Vitesses d'exploitation des trains/écarts de vitesse	Vitesses/écarts faibles, moyens, élevés	0,2
	Total	1,00

Les sociétés ferroviaires devront être mises à contribution pour la collecte des données nécessaires à l'élaboration du modèle qualitatif; mais il suffira de s'adresser aux responsables locaux des passages à niveau pour obtenir la majorité de l'information nécessaire pour élaborer le modèle.

Évaluation quantitative – modèle d'«exposition au risque»

Après que tous les passages à niveau auront été classés d'après le modèle qualitatif, les sites qui présenteront le risque le plus élevé de collision avec un autre train seront l'objet d'une étude approfondie. Ce processus rigoureux fera appel à un modèle quantitatif. Pour appliquer ce modèle quantitatif, il faudra recueillir les données quantitatives pertinentes sur les sites présélectionnés (p. ex., fréquence d'événements «autre train» et données sur la circulation piétonnière) et effectuer des vérifications sur place afin d'enregistrer/documenter les critères propres au site, comme la visibilité et la configuration du système d'avertissement. Deux grands types de données sont nécessaires pour comparer les passages à niveau et les classer sur une base quantitative :

i) nombre de piétons par jour, par tranches d'une heure, durant une journée normale;
ii) nombre d'événements de type «autre train» par jour, par tranches d'une heure, selon des opérations ferroviaires normales».

L'indice d'«exposition au risque», ou des «rencontres» de trains survenant en présence de piétons, est le meilleur critère quantitatif pour classer les passages à niveau par ordre de priorité. L'indice d'exposition se calcule à l'aide de l'équation suivante :

$$E_x = P_X/P_T * ST_X$$

où :

E_X = Indice d'exposition au passage à niveau$_X$
P_X = Nombre de piétons au passage à niveau$_X$
P_T = Nombre total de piétons à tous les sites prédéterminés
ST_X = Nombre de passages d'un deuxième train au passage à niveau$_X$

Cette méthode de comparaison appliquée à tous les passages à niveau permet d'obtenir un indice d'exposition qui peut servir de critère de classement des passages à niveau aux fins de la mise en œuvre d'un système d'AAAT. Une fois l'indice d'«exposition au risque» calculé, les sites seraient classés par ordre ascendant. Cet indice pourrait être complété des autres critères qualitatifs, comme la visibilité et la configuration du système d'avertissement existant.

Recommandations

1) Que des systèmes d'AAAT soient installés aux passages à niveau qui présentent un risque élevé d'incidents/collisions mettant en cause un autre train.

2) Que des données soient recueillies pour permettre une évaluation qualitative globale par les responsables de voies ferrées de tous les passages à niveau du Canada qui présentent un risque de collision avec un autre train.

3) Que les résultats du processus de sélection qualitative servent à établir une liste restreinte des passages à niveau devant faire l'objet d'une vérification approfondie et d'une collecte de données, aux fins de l'élaboration d'un modèle quantitatif de classement par ordre de priorité.

4) Que les passages à niveau où ont été installés des systèmes d'AAAT soient l'objet d'un contrôle continu, aux fins d'en évaluer l'efficacité à long terme.

5) Que les recommandations 1 à 4 soient de nouveau appliquées à intervalles réguliers, car il est prévisible que la densité de la circulation piétonnière et du trafic ferroviaire (c.-à-d. l'«exposition au risque»), de même que les caractéristiques opérationnelles et environnementales aux divers passages à niveau, évolueront avec le temps. Cela permettrait de garantir une utilisation optimale des ressources et des fonds engagés dans l'amélioration de la sécurité.

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION 1
   1.1 Contexte et portée 1
   1.2 Comité directeur du projet 1

2. PORTÉE DE LA PHASE 1 3

3. INVENTAIRE DES SYSTÈMES D'AVERTISSEMENT DE L'APPROCHE D'UN AUTRE TRAIN 5
   3.1 Activités de recherche 5
   3.2 Publications récentes 5
   3.3 Projets récents 9
      3.3.1 Baltimore, Maryland – Timonium Station 9
      3.3.2 Los Angeles, Californie – passage à niveau de la Vernon Avenue de la Metro Blue Line 9
      3.3.3 New York, New York – passage à niveau de New Hyde Park 9
      3.3.4 Panneau d'AAAT en cours de développement 10
   3.4 Autres technologies applicables 10
   3.5 Architecture des STI pour le Canada 11
   3.6 Résumé 11

4. DÉFINITION DE CRITÈRES DE SÉLECTION DE PASSAGES À NIVEAU 13
   4.1 Objectifs 13
   4.2 Critères de sélection de passages à niveau 13
      4.2.1 Justification 13
      4.2.2 Passages à niveau à voies multiples (critère obligatoire) 14
      4.2.3 Historique des collisions (critère qualitatif) 14
      4.2.4 Circulation piétonnière intense (critère quantitatif ou qualitatif) 14
      4.2.5 Nombre d'événements de type «autre train» (critère quantitatif) 15
      4.2.6 Densité élevée du trafic ferroviaire dans les deux sens (critère quantitatif ou qualitatif/substitut du nombre d'événements de type «autre train») 15
      4.2.7 Interdiction de siffler (critère qualitatif) 15
      4.2.8 Visibilité (critère qualitatif) 16
      4.2.9 Vitesses d'exploitation des trains (critère qualitatif) 16
      4.2.10 Systèmes d'avertissement en usage (critère qualitatif) 16
   4.3 Méthodes de classement par ordre de priorité des passages à niveau 17
      4.3.1 Évaluation qualitative 17
      4.3.2 Évaluation quantitative – modèle d'«exposition au risque» 18

5. SÉLECTION ET ÉVALUATION DE SITES CANDIDATS 21
   5.1 Emplacements 21
   5.2 Présélection de sites candidats 21

5.2.1 Justification 21
5.2.2 Sélection par le comité directeur du projet 21
5.3 Vérification des sites et collecte de données 21
5.3.1 Vérification des sites 22
5.3.2 Collecte de données 23
5.4 Évaluation des sites candidats 23
5.4.1 Rue Tannery, Mississauga, Ontario 27
5.4.2 Rue Queen, Mississauga, Ontario 27
5.4.3 Gare GO de Brampton/rue Mill, Brampton, Ontario 27
5.4.4 3e Avenue, Île-Perrot, Québec 28
5.4.5 Avenue Woodland, Beaconsfield, Québec 28
5.4.6 Gare de Baie d'Urfé, Baie d'Urfé, Québec 29
5.4.7 Avenue Wilderton, Montréal, Québec 29
5.4.8 Avenue O'Brien, Ville Saint-Laurent, Québec 30
5.4.9 Avenue Westminster/rue Elmhurst, Montréal, Québec 30
5.5 Application des critères de sélection 31
5.6 Résumé 31

6. CARACTÉRISTIQUES FONCTIONNELLES 33
6.1 Critères d'évaluation 33
6.2 Généralités 33
6.2.1 Déclenchement 33
6.2.2 Nombre de panneaux et emplacement 34
6.2.3 Feux et avertisseurs sonores auxiliaires 36
6.2.4 Bilinguisme 36
6.2.5 Exigences de sûreté intégrée 36
6.3 Type 1 – Panneaux à DEL 36
6.3.1 Contenu du panneau à l'approche d'un autre train 37
6.3.2 Contenu du panneau en dehors des périodes où «approche un autre train» 37
6.3.3 Installation et emplacement du panneau 37
6.3.4 Dimensions du panneau 37
6.3.5 Coût de fabrication 41
6.4 Type 2 – Panneau à message fixe et feux clignotants 41
6.4.1 Contenu et activation du panneau 41
6.4.2 Montage du panneau et emplacement 43
6.4.3 Dimensions du panneau et feux 43
6.4.4 Coût de fabrication 43

7. MODÈLE AVANTAGES-COÛTS D'ATTÉNUATION DES RISQUES 45
7.1 Modèle avantages-coûts 45
7.1.1 Avantages 45
7.1.2 Coûts 46
7.2 But du modèle d'évaluation 46

7.3 Infractions et collisions comportant un «autre train» 46
7.4 Modèles statistiques de mesure d'atténuation des risques 47
7.4.1 Méthode GR 47
7.4.2 Méthode empirique de Bayes (EB) 48
7.4.3 Méthode d'analyse des risques 48
7.4.4 Méthode recommandée pour l'évaluation d'un système d'AAAT 48
7.5 Méthodes d'analyse des risques appliquées aux systèmes d'AAAT 49
7.5.1 Principe de base de l'indicateur de performance fondé sur le «risque relatif» lié à la route – RR^P 49
7.5.2 Calcul de RR^P 50
7.6 Variables d'entrée du modèle avantages-coûts 50
7.6.1 Coût du système d'AAAT 51
7.6.2 Coût social de la perte d'une vie humaine 51
7.6.3 Retards de trains de voyageurs 51
7.6.4 Coût du temps perdu pour les voyageurs 53
7.6.5 Retards de trains de marchandises 53
7.6.6 Coûts des services d'urgence et frais de litige 54
7.7 Application du modèle avantages-coûts 54
7.7.1 Application de la méthodologie d'analyse des risques et du modèle d'analyse avantages-coûts pour évaluer l'efficacité des systèmes d'AAAT 54
7.7.2 Données requises 54
7.7.3 Mesure de l'indicateur de performance fondé sur le risque relatif 54
7.7.4 Efficacité des systèmes d'AAAT 54
7.7.5 Analyse avantages-coûts 55
7.8 Exemple concret 55
7.8.1 Calcul de l'indicateur de performance fondé sur le risque relatif 55
7.8.2 Efficacité des systèmes d'AAAT 56
7.8.3 Analyse avantages-coûts 56
8. GENÈSE DU CHOIX DE L'EMPLACEMENT POUR L'ESSAI PILOTE 61
8.1 Choix de l'emplacement pour l'essai pilote 61
8.2 Contenu et emplacement des panneaux 61
8.3 Système de surveillance 62
8.4 Intervenants 62
8.4.1 Administration ferroviaire 62
8.4.2 Service de trains de banlieue 62
8.4.3 Administration routière 63
8.5 Collecte de données «avant» 64
8.5.1 Données nécessaires 64
8.5.2 Périodes de collecte de données «avant» et «après» 64
9. PORTÉE DE LA PHASE 2 67

10. SONDAGE SUR LA COMPRÉHENSION DES PANNEAUX 69
10.1 Préparation du sondage 69
10.2 Réalisation du sondage 69
10.3 Résultats du sondage 69

11. INSTALLATION, MISE EN SERVICE ET ACTIVATION DU SYSTÈME D'AAAT 73
11.1 Installation 73
11.2 Mise en service 73
11.3 Activation 75

12. COLLECTE ET ANALYSE DES DONNÉES «AVANT» 77
12.1 Contexte 77
12.2 Démarche analytique 77
12.2.1 Définitions 77
12.2.2 Méthode d'enregistrement de données 77
12.3 Résultats 78
12.3.1 Infractions commises par des piétons 79
12.3.2 Infractions commises par des cyclistes 79
12.3.3 Nombre total d'infractions 79

13. COLLECTE ET ANALYSE DES DONNÉES «APRÈS» 81
13.1 Démarche analytique 81
13.2 Résultats 81
13.2.1 Infractions commises par des piétons 81
13.2.2 Infractions commises par des cyclistes 82
13.2.3 Nombre total d'infractions 83

14. ÉVALUATION DES AVANTAGES-COÛTS DE L'ATTÉNUATION DES RISQUES PAR UN SYSTÈME D'AAAT 85
14.1 Avantages et coûts 85
14.2 Estimation des coûts d'une collision 85
14.2.1 Hypothèses 86
14.2.2 Autres facteurs à prendre en compte dans le calcul des coûts 86
14.3 Estimateur des collisions avec un autre train évitables 86
14.4 Économies totales de coûts sociaux 87
14.5 Coût en capital d'un système d'AAAT 89
14.6 Rapport avantages-coûts 89
14.7 Mise en application du modèle 90

15. PORTÉE DE LA PHASE 3 91

16. EFFICACITÉ D'UN SYSTÈME D'AAAT 93
16.1 Résultats obtenus au passage à niveau Timonium 93
16.2 Résultats obtenus au passage à niveau de la Vernon Avenue 93
16.3 Comparaison des résultats 93

17. CARACTÉRISTIQUES FONCTIONNELLES – DÉPLOIEMENT GÉNÉRAL 97
17.1 Type de panneau 97
17.2 Logique d'activation 98
17.3 Nombre de panneaux et emplacement 98
17.4 Contenu et activation des panneaux 98
17.5 Feux et avertisseurs sonores auxiliaires 99
17.6 Montage des panneaux et emplacement 100
17.7 Dimensions des panneaux et feux 102
17.8 Exigences de sûreté intégrée 102
17.9 Résumé 102

18. COÛT DE MISE EN ŒUVRE DU SYSTÈME 103
18.1 Estimation des coûts 103
18.2 Autres facteurs pouvant influer sur les coûts de mise en oeuvre 104
18.2.1 Composants spécifiques 104
18.2.2 Câbles/fils de branchement 104
18.2.3 Document général de caractéristiques fonctionnelles et de conception des circuits 104
18.2.4 Installation en rattrapage ou nouvelle installation 104

19. ÉTABLISSEMENT D'UN ORDRE DE PRIORITÉ POUR L'INSTALLATION D'UN SYSTÈME D'AAAT 105
19.1 Démarche générale 105
19.2 Établissement de critères de sélection 105
19.3 Méthodes d'établissement d'un ordre de priorité parmi les passages à niveau 105
19.3.1 Évaluation qualitative 107
19.3.2 Évaluation quantitative – modèle d'«exposition au risque» 109

20. RÉSULTATS 113

21. RECOMMANDATIONS 117

RÉFÉRENCES 119

ANNEXES

Annexe A	Sommaire de la recherche documentaire
Annexe B	Formulaire de vérification des sites
Annexe C	Réponses aux formulaires de vérification des sites de Montréal et Toronto
Annexe D	Exposé sommaire de la méthode d'évaluation du risque relatif
Annexe E	Résolution du comité exécutif de Ville Saint-Laurent concernant le respect de la vie privée
Annexe F	Système d'avertissement de l'approche d'un autre train et système de surveillance – Spécifications fonctionnelles pour le projet pilote
Annexe G	Formulaire de sondage sur le contenu des panneaux
Annexe H	Caractéristiques fonctionnelles du système d'avertissement de l'approche d'un autre train
Annexe I	Résultats de l'analyse qualitative

LISTE DES FIGURES

Figure 5-1 Critères de sélection 24
Figure 6-1 Configuration générale des panneaux du système d'AAAT 35
Figure 6-2 Contenu du panneau de type 1 (message textuel) 38
Figure 6-3 Contenu du panneau de type 1 (représentation de trains) 39
Figure 6-4 Montage des panneaux 40
Figure 6-5 Contenu du panneau de type 2 42
Figure 8-1 Essai pilote de l'avenue O'Brien – Schéma du système de surveillance 63
Figure 10-1 Réponses au sondage 70
Figure 11-1 Installation du système d'AAAT 73
Figure 17-1 Contenu recommandé des panneaux 99
Figure 17-2 Emplacement recommandé pour le montage des panneaux 101

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3-1 Résumé des publications sur les systèmes d'AAAT 5
Tableau 4-1 Évaluation qualitative préliminaire 18
Tableau 5-1 Liste restreinte de passages à niveau candidats – projet pilote d'AAAT 22
Tableau 5-2 Sites candidats pour l'essai pilote – Collecte de données sur la circulation des trains 23
Tableau 5-3 Avertissement de l'approche d'un autre train – évaluation des sites candidats 25
Tableau 5-4 Application des critères de sélection qualitatifs 31
Tableau 7-1 Avantages et coûts de la mise en oeuvre d'un système d'AAAT 45
Tableau 7-2 Coûts des systèmes d'AAAT de types 1 et 2 59
Tableau 7-3 Calcul du rapport avantages-coûts lié à la mise en oeuvre d'un système d'AAAT type 60
Tableau 8-1 Résumé des infractions – Passage à niveau de l'avenue O'Brien, ligne Deux-Montagnes 61
Tableau 8-2 Nombre d'observations «avant» et «après» nécessaires 65
Tableau 11-1 Tâches exécutées au cours de la mise en service du système d'AAAT 74
Tableau 12-1 Observations de piétons 79
Tableau 12-2 Observations de cyclistes 79
Tableau 12-3 Observations totales (cyclistes et piétons) 80
Tableau 13-1 Observations de piétons et infractions 82
Tableau 13-2 Observations de cyclistes et infractions 82
Tableau 13-3 Observations et infractions totales 83
Tableau 14-1 Avantages et coûts de la mise en oeuvre d'un système d'AAAT 85
Tableau 14-2 Économies totales de coûts sociaux par collision évitée 88
Tableau 14-3 Coût en capital d'un système d'AAAT 89
Tableau 14-4 Rapport avantages-coûts de la mise en service d'un système d'AAAT 89

Tableau 16-1 Efficacité du système d'AAAT – passage à niveau de la Vernon Avenue.....93
Tableau 16-2 Comparaison des résultats sur l'efficacité des systèmes d'AAAT.....95
Tableau 18-1 Coûts du système d'AAAT.....103
Tableau 19-1 Critères de sélection des passages à niveau.....106
Tableau 19-2 Critères d'un modèle qualitatif.....108
Tableau 19-3 Processus d'évaluation qualitative.....108
Tableau 20-1 Comparaison des taux d'infraction «avant» et «après» au site de l'essai pilote..114

GLOSSAIRE

Les définitions ci-après avaient pour but de faciliter la discussion et la compréhension au cours de l'étude. Elles visent également à faciliter la compréhension du lecteur.

AAAT	Avertissement de l'approche d'un autre train
A/C	Avantages-coûts
AMT	Agence métropolitaine de transport
ATC	Association des transports du Canada
CDP	Comité directeur du projet mis sur pied aux fins d'un projet d'AAAT, comme le précise la section 1.2.
CLRL	Central Light Rail Line de Baltimore
CN	Canadien National
Collision avec un autre train	Franchissement d'un passage à niveau par deux trains, l'un après l'autre, pendant la même période d'activation, au cours duquel un ou les trains heurtent un piéton.
CP	Canadien Pacifique Limitée
DEL	Diode électroluminescente
Événement de type «autre train»	Franchissement d'un passage à niveau par deux trains sur des voies distinctes, pendant la même période d'activation.
FRA	Federal Railroad Administration
Incident comportant un autre train	Franchissement d'un passage à niveau par deux trains, l'un après l'autre, pendant la même période d'activation, alors que des piétons se trouvent dans la zone protégée par le système d'avertissement.
Infraction (au système d'avertissement)	Une infraction est commise lorsqu'une personne empiète sur l'emprise ferroviaire (c.-à-d. toute la zone comprise entre les barrières du système d'avertissement) pendant que le système d'avertissement est activé.
LACMTA	Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority
MBL	Metro Blue Line

Méthode EB	Méthode empirique de Bayes
Méthode GR	Méthode d'observation d'un groupe de référence, méthode du groupe de référence
MMTA	Maryland Mass Transit Administration
Panneau d'AAAT	Panneau automatisé qui s'active lors d'un événement de type «autre train» à un passage à niveau.
Panneau non automatisé	Panneau à message fixe qui signale aux piétons la possibilité d'un événement de type «autre train» à un passage à niveau.
Passage à niveau	Point de croisement entre une route et une voie ferrée.
PRT	Programme de recherche sur les transports
RCDP	Réunion du comité directeur du projet
SEPTA	Southeastern Pennsylvania Transportation Authority
s.o.	Sans objet
STI	Systèmes de transports intelligents
TLR	Train léger sur rail
TVCF	Télévision en circuit fermé
USDOT	United States Department of Transportation
VA	Valeur actualisée

1. INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE ET PORTÉE

Le 20 avril 1995, un train de marchandises filant vers l'ouest renversait et tuait deux piétons au passage à niveau public de la rue Park, au point miliaire 125,15 de la subdivision Kingston à Brockville, en Ontario. Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a par la suite déterminé que lorsque les piétons se sont engagés sur la trajectoire du train circulant vers l'ouest, toute leur attention était retenue par un autre train qui traversait le même passage, mais vers l'est. Ce type de collision s'appelle «collision avec un autre train». Entre 1989 et 1999 inclusivement, 15 collisions du genre mettant en cause des piétons se sont produites au Canada, dont 11 à des passages à niveau.

En 1998, Transports Canada réunissait une équipe afin de participer à une étude portant sur l'utilisation de systèmes d'avertissement pour signaler aux piétons l'approche d'un autre train (AAAT). Ces systèmes visent à mieux informer les piétons afin d'atténuer le risque d'un accident lorsqu'ils supposent pouvoir traverser les voies ferrées en toute sécurité au passage à niveau après le départ d'un premier train. L'équipe de projet a préparé le cadre de référence (voir l'annexe A) d'une étude portant sur un système d'avertissement de l'approche d'un autre train aux passages à niveau pour piétons.

En décembre 2000, après une demande de propositions lancée en juillet de la même année, Transports Canada chargeait Le Groupe IBI d'entreprendre l'étude sur les systèmes d'avertissement de l'approche d'un autre train. Cette étude comportant trois phases, dont les objectifs étaient les suivants :

Phase 1 : Préparation de l'essai pilote – Revue des dispositifs existants d'avertissement de l'approche d'un autre train et de leur efficacité, élaboration des critères de sélection d'un site d'essai, sélection d'un site d'essai, élaboration de caractéristiques fonctionnelles et d'un modèle avantages-coûts, et préparation du plan de la phase 2.

Phase 2 : Réalisation de l'essai pilote – Achat, installation, démonstration et évaluation d'un système d'avertissement de l'approche d'un autre train à un passage à niveau présentant un risque avéré d'accident avec un autre train. Cette phase a aussi comporté la collecte de données «avant» et «après» à l'aide de matériel de surveillance vidéo, l'évaluation des résultats obtenus et la préparation du plan de la phase 3.

Phase 3 : Recommandations – Formulation des conclusions de l'étude et de recommandations concernant la mise en œuvre de systèmes d'avertissement de l'approche d'un autre train au Canada.

Le présent rapport est un résumé de chacune de ces trois phases.

1.2 COMITÉ DIRECTEUR DU PROJET

Un comité directeur de projet (CDP) a été mis sur pied et chargé d'examiner et de commenter l'avancement des travaux. Il devait également servir de forum pour l'échange d'information et,

le cas échéant, donner des conseils et prendre des décisions concernant les aspects techniques du projet et ses résultats. Le CDP était constitué des personnes suivantes :

- Sesto Vespa, Centre de développement des transports, Transports Canada;
- Anthony Napoli, Centre de développement des transports, Transports Canada (consultant);
- Daniel Lafontaine, Direction générale de la sécurité ferroviaire, Transports Canada;
- Denis Galarneau, Surface, région de l'Ontario, Transports Canada;
- René Turgeon, Surface, région du Québec, Transports Canada;
- Ion Chiosa, Montrain, Canadien National (CN);
- Rick Felstead, Canadien Pacifique Limitée (CP);
- Kevin Campbell, GO Transit;
- Vernon Hartsock, Maryland Mass Transit Administration (MMTA).

2. PORTÉE DE LA PHASE 1

La phase 1 comprenait les travaux de développement et autres activités préparatoires nécessaires à l'essai pilote du système d'avertissement de l'approche d'un autre train. On trouvera ci-dessous un résumé des tâches de cette phase, avec des renvois à la partie du rapport traitant de chacune.

Inventaire des systèmes d'avertissement de l'approche d'un autre train – Exercice de collecte de données visant à documenter l'étude et le déploiement de systèmes d'avertissement de l'approche d'un autre train (partie 3).

Sélection des sites d'étude – Cette activité comportait deux volets. Le premier a consisté à définir des critères de sélection de passages à niveau afin d'en repérer qui représentent une probabilité d'événements, d'incidents et de collisions comportant un autre train (partie 4). Ces critères ont servi à choisir le site à privilégier pour le projet pilote et ont été approfondis pour servir à planifier le déploiement ultérieur de systèmes d'AAAT. Le deuxième volet a consisté à appliquer ces critères à un nombre limité de sites afin de choisir celui qui conviendrait le mieux à l'essai pilote (partie 5).

Définition des caractéristiques fonctionnelles – Définition des caractéristiques fonctionnelles d'un système d'avertissement de l'approche d'un autre train susceptible d'être déployé à divers passages à niveau où l'avertissement de l'approche d'un autre train serait avantageux (partie 6).

Élaboration d'un modèle avantages-coûts d'atténuation des risques – Élaboration d'un modèle permettant d'évaluer les avantages nets d'un système d'avertissement de l'approche d'un autre train à un passage à niveau (partie 7).

3. INVENTAIRE DES SYSTÈMES D'AVERTISSEMENT DE L'APPROCHE D'UN AUTRE TRAIN

Les systèmes automatisés d'avertissement de l'approche d'un autre train sont relativement récents en Amérique du Nord et leur développement se poursuit. On peut voir au tableau 3-1 un aperçu des documents touchant des recherches et des projets concernant des systèmes d'AAAT automatisés consultés dans le cadre de travaux antérieurs sur des systèmes d'AAAT et de la présente étude.

3.1 ACTIVITÉS DE RECHERCHE

Voici comment s'y est pris Le Groupe IBI pour se renseigner sur les divers systèmes et projets AAAT :

- interrogation du TRIS – base de données hébergée par la U.S. National Transportation Library;
- recherche sur TRANweb;
- forum de discussion de bibliothécaires;
- recherche approfondie sur Internet;
- demande soumise au groupe de discussion de l'International Rail Forum au sujet des systèmes/initiatives AAAT.

3.2 PUBLICATIONS RÉCENTES

De façon générale, les rapports de recherche fournis par le CDP et ceux que détenait déjà Le Groupe IBI ont été les premiers documents consultés. Le tableau 3-1 donne la liste des documents recueillis à ce jour et un aperçu de leur contenu. On trouvera à l'annexe A un résumé détaillé de chacun.

Tableau 3-1 Résumé des publications sur les systèmes d'AAAT

Document	Principales notions abordées
1. Terms of Reference for Study of a Second Train Warning System at Road Crossings for Pedestrians, Transports Canada, juillet 1998	Rapports d'incidents, sites candidats, exemples de projets, technologies et évaluations.
2. Identification of Second-Train Warning Systems for Pedestrians, TP 13018E, Centre de développement des transports, Transports Canada, mai 1997	Systèmes d'avertissement de l'approche d'un autre train en projet.
3. Session 8 - Light Rail Transit Systems, Hartsock V., Grade Crossing Technologies – The New Millennium, Texas Transportation Institute, octobre 1999	Sélection des sites, élaboration des panneaux, logique et circuits d'activation pour divers projets en Amérique du Nord (Los Angeles, Massachusetts, Portland, etc.).

Tableau 3-1 Résumé des publications sur les systèmes d'AAAT	
Document	**Principales notions abordées**
4. New Technologies for Improving Light-Rail Grade Crossing Safety, Meadow L. et Curry J., Seventh National Conference on Light Rail Transit, novembre 1995	Questions touchant la sécurité et l'exécution de la loi, examen des nouvelles technologies touchant les passages à niveau, projets de démonstration.
5. Pedestrian Control Systems for Light-Rail Transit Operations in Metropolitan Environments, Korve H. et al., Seventh National Conference on Light Rail Transit, novembre 1995	Passages pour piétons, dispositifs de signalisation pour piétons existants, panneaux d'avertissement de l'approche d'un autre train à message fixe et dynamique, autres mesures de sécurité pour piétons et critères de conception de passages pour piétons.
6. Integration of Light Rail Transit into City Streets, Korve H. et al., Seventh National Conference on Light Rail Transit, novembre 1995	Aménagement de passages pour piétons incluant des systèmes d'AAAT.
7. Second Train Coming Warning Sign Demonstration Project, Maryland Mass Transit Administration – Maryland, février 1999	Sélection et caractéristiques des panneaux, sondage sur le choix des panneaux, spécifications concernant la commande des panneaux, activités/méthodes de collecte de données et résultats d'études «avant-après».
8. Compte rendu du Deuxième atelier sur la recherche sur les passages à niveau, TP 13536, Centre de développement des transports, Transports Canada, novembre 2000	Rapports d'incidents, collecte et intégrité des données, analyse des collisions, facteurs humains, initiatives de recherche en cours portant sur des systèmes d'AAAT.
9. Study of a Second Train Warning System at Road Crossings for Pedestrians – Procès-verbal d'une réunion de Transports Canada, septembre 1998	Caractéristiques des incidents mettant en cause un autre train, facteurs humains et autres projets d'AAAT.

Tableau 3-1 Résumé des publications sur les systèmes d'AAAT	
Document	**Principales notions abordées**
10. Second Train Coming Warning Sign Demonstration Project, Maryland Mass Transit Administration et Sabra, Wang & Associates, février 2001	Rapport à jour sur le site d'essai du Maryland dont traitent les documents de référence numéros 3 et 7. Le panneau d'AAAT a donné des résultats concluants au cours de la période «après» d'une durée de 30 jours : les infractions commises par des piétons et les comportements à risque des conducteurs ont diminué de 80 %. La population a bien accueilli et compris le système d'AAAT.
11. Second Train Coming Warning Sign Demonstration Project, Khawani V., Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority.	Critères de sélection de sites, caractéristiques et fonctionnement des panneaux, collecte et évaluation des données, études «avant-après».
12. Pedestrian Warning and Control Devices, Guidelines and Case Studies, Siques J., Korve Engineering Inc.	Discussion de divers aménagements visant à assurer la sécurité des piétons aux passages à niveau et faisant appel à des systèmes d'avertissement automatisés et non automatisés.
13. Use of Animation in LED Pedestrian Signals to Improve Pedestrian Safety, Van Houten R. et al., ITE Journal, février 1999	Examen du comportement des piétons (principalement l'observation des véhicules qui tournent) avant et après l'installation d'«yeux animés» sur des feux pour piétons standard.
14. ITS Animated LED Signals Alert Drivers to Pedestrian Threats, Van Houten, R., et Malenfant, L., ITE Journal, juillet 2001	Étude de deux applications des «yeux animés» à un feu de circulation entre deux intersections et à la sortie d'un stationnement intérieur. L'étude a porté sur les changements de comportement des conducteurs et des piétons, en particulier sur leur tendance à se surveiller et se céder mutuellement le passage à ces endroits critiques.

Tableau 3-1 Résumé des publications sur les systèmes d'AAAT	
Document	**Principales notions abordées**
15. The Economics of Railroad Safety, Savage, I., Kluwer Academic Publishers, 1998	Cette publication renferme une discussion sur l'aspect économique de la sécurité ferroviaire. Elle aborde notamment les questions suivantes : • le degré de prudence dont font preuve l'exploitant du service ferroviaire, ses employés et le public; • les mesures visant à favoriser chez tous une prudence accrue sur l'emprise ferroviaire; • les coûts que doit assumer chaque partie par suite d'une collision ferroviaire.
16. The Cost of Highway Crashes, Miller et al., FHWA, 1991	Ce document décrit trois façons d'évaluer les coûts d'une collision routière : • méthode de calcul global; • années perdues et coûts directs; • capital humain.
17. Grade Crossing Safety in the Chicago Area: An Environmental Analysis of the Potential Noise Impacts from the Swift Rail Development Act's Locomotive Horn Sounding Requirement, Laffey S., Transportation Quarterly, Eno Transportation Foundation Inc., volume 54, numéro 1, hiver 2000	Étude visant à examiner le nombre de résidents et d'institutions touchés par le sifflement des trains dans le nord-est de l'Illinois. Ce document présente un survol de l'analyse spatiale visant à déterminer les répercussions des dispositions de la *Swift Rail Development Act* de 1994 concernant l'utilisation du sifflet. Y sont aussi résumées d'autres sources de données présentant les risques de collision aux passages à niveau visés ou non par des restrictions sur l'utilisation du sifflet.
18. Avertissement de l'approche d'un autre train – Plan de mise en oeuvre de projet, Centre de développement des transports, Transports Canada, juillet 2000	Ce plan de mise en œuvre du projet comprenait un résumé de l'objectif du projet d'AAAT, le contexte historique (y compris les projets d'AAAT menés par Transports Canada et d'autres organismes), une démarche de mise en oeuvre de l'étude, ainsi que des méthodes de travail et un échéancier approximatif.

3.3 PROJETS RÉCENTS

3.3.1 Baltimore, Maryland –Timonium Station

En réaction aux fréquents événements de type «autre train» à ses passages à niveau à deux voies situés sur la Central Light Rail Line (CLRL) de Baltimore, la Maryland Mass Transit Administration (MMTA) a entrepris une étude comportant la définition et la démonstration d'un système d'avertissement automatisé qui sensibiliserait davantage les automobilistes et les obligerait à s'arrêter à l'approche d'un autre train.

Ce projet a mené à l'installation d'un système d'AAAT automatisé au passage à niveau Timonium, qui est très achalandé. Le rapport du projet (référence 6 du tableau 3-1) présente une définition sommaire du problème, la conception et l'installation du panneau, les activités de collecte de données «avant» et «après», un sondage sur la compréhension du panneau, ainsi que les conclusions du projet.

Au cours de la période d'observation de 90 jours qui a suivi l'installation, les mouvements illégaux de piétons et les cas de «comportements à risque» lors de l'approche d'un autre train ont diminué de 80 %. Selon le sondage mené auprès des usagers de la route dans le cadre de ce projet, les automobilistes ont bien accueilli et compris le panneau d'AAAT.

3.3.2 Los Angeles, Californie – passage à niveau de la Vernon Avenue de la Metro Blue Line

La Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority (LACMTA) a déterminé qu'un facteur important des collisions train-véhicule et train-piéton aux passages à niveau de la Metro Blue Line est que les automobilistes et les piétons ne détectent pas toujours l'approche d'un autre train. Aidée du Transportation Research Board, la LACMTA a réalisé une étude visant l'installation et l'essai de panneaux d'AAAT.

La LACMTA a choisi le passage à niveau de la Vernon Avenue de la Metro Blue Line (MBL) pour l'installation et la démonstration du système d'AAAT. Le projet de démonstration comprenait l'évaluation, par un groupe de discussion, de panneaux à message dynamique (textuel et graphique), la modification du circuit logique pour la détection du passage simultané de deux trains pendant une seule et même période d'activation, l'installation d'équipement de surveillance vidéo et une évaluation «avant-après» de l'efficacité du système.

Selon les résultats préliminaires fournis par Vijay Khawani de la LACMTA, l'installation d'un système de ce genre a mené à une réduction importante des comportements à risque des piétons lors de l'approche d'un autre train. Fait remarquable, on a constaté une réduction de 78 % du nombre de piétons qui s'aventurent sur la voie ferrée moins de six secondes avant le passage d'un train.

3.3.3 New York, New York – passage à niveau de New Hyde Park

Conjointement avec Alstom Signalling, le New York State Department procède actuellement à l'élaboration et à l'essai d'un passage à niveau intelligent qui fait appel aux technologies STI (systèmes de transports intelligents) pour améliorer la sécurité et réduire le temps d'attente aux

passages à niveau. Ce projet se déroule au passage à niveau de New Hyde Park de la Long Island Railroad.

Le passage à niveau intelligent transmet des données à des panneaux à message variable situés à proximité pour informer les conducteurs et les piétons de ce qui se passe alors au passage à niveau. Ce système peut transmettre aux automobilistes des messages du genre «Train en gare», «Sens interdit – sortie du passage à niveau fermée» et «Un autre train approche».

Des discussions avec le gestionnaire de projet chez Alstom Signalling ont permis de recueillir des données préliminaires sur la réduction du temps d'attente, mais les panneaux à message variable n'ont encore fait l'objet d'aucune évaluation.

3.3.4 Panneau d'AAAT en cours de développement

GELcore définit actuellement les caractéristiques d'un panneau d'avertissement à diodes électroluminescentes (DEL) qui pourrait être utilisé aux passages à niveau à une voie ou à deux voies pour signaler aux piétons et aux automobilistes l'arrivée imminente d'un train. Ce panneau, qui mesure 450 mm sur 400 mm, présente un piéton debout devant un passage à niveau à deux voies et quatre matrices de DEL représentant des trains, qui indiquent que des trains peuvent circuler dans les deux sens sur chaque voie. Ces matrices de DEL en forme de trains remplissent trois fonctions :

1) lorsqu'elles sont éteintes – aucun train n'approche;
2) lorsqu'elles sont allumées – un train est arrêté;
3) lorsqu'elles clignotent – un train est en marche.

Les panneaux de GELcore ne portent aucun message textuel.

GELcore prépare actuellement un panneau destiné à la Southeastern Pennsylvania Transportation Authority (SEPTA), mais la SEPTA n'en a pas approuvé les détails ni procédé à son installation.

3.4 AUTRES TECHNOLOGIES APPLICABLES

Dans le but de déterminer des technologies intelligentes semblables actuellement mises à l'essai pour l'avertissement des piétons, les chercheurs se sont également intéressés aux intersections routières. Une nouvelle technologie STI pour piétons, soit le feu à DEL *Signal Eyes*^{MD}, aussi appelé «yeux animés», rappelle aux piétons qu'ils doivent vérifier des deux côtés si des véhicules arrivent avant de s'engager dans l'intersection.

Deux études formelles ont été entreprises sur les «yeux animés» (références 12 et 13 du tableau 3-1). La première visait à déterminer si les piétons étaient davantage à l'affût des véhicules qui font un virage. La deuxième consistait à sensibiliser les conducteurs à la présence possible de piétons à la sortie d'un parc de stationnement intérieur et à un feu de signalisation situé entre deux intersections. Dans les deux cas, le comportement des piétons et des automobilistes s'est grandement amélioré, ce qui a permis de réduire le nombre de «conflits» piéton-véhicules. L'équipe de projet a obtenu du fabricant les caractéristiques du panneau, souhaitant s'en inspirer pour définir les caractéristiques fonctionnelles du système d'AAAT.

3.5 ARCHITECTURE DES STI POUR LE CANADA

L'architecture des STI pour le Canada présente un cadre d'intégration unifié qui vise à orienter le déploiement coordonné des programmes de STI dans les secteurs public et privé. C'est un point de départ qui permettra aux intervenants de conjuguer leurs efforts pour assurer la compatibilité de divers éléments des STI, afin de garantir un déploiement unifié des STI dans une région donnée. L'architecture repose sur un groupe de services aux utilisateurs qui définissent la fonctionnalité des éléments des STI et le cheminement de l'information entre ces divers éléments, qui permettront d'atteindre les objectifs globaux des systèmes. Les services aux utilisateurs sont regroupés selon une hiérarchie qui comprend huit volets de services aux utilisateurs, 35 services aux utilisateurs, 90 sous-services aux utilisateurs et plus de 1 800 besoins de services aux utilisateurs.

L'architecture des STI pour le Canada comporte des architectures logique et physique distinctes. L'architecture logique définit les processus et les flux de données ou d'information entre les procédés nécessaires pour appuyer les services aux utilisateurs définis dans l'architecture des STI pour le Canada. Quant à l'architecture physique, elle offre une représentation physique (mais non de conception détaillée) des interfaces importantes des STI, sous forme de flux architecturaux, et des principaux éléments du système, sous forme de sous-systèmes. L'architecture physique établit une structure de haut niveau pour les processus et les flux de données définis dans l'architecture logique.

L'architecture des STI pour le Canada comprend également 79 ensembles de marché qui regroupent les divers éléments physiques et logiques nécessaires à la mise en oeuvre de services de transport (p. ex., fonctions de base ou avancées de passage à niveau). Ces ensembles de marché présentent une vision détaillée de l'architecture et sont utiles pour concevoir des projets de déploiement.

L'architecture des STI pour le Canada ne fait pas explicitement mention des systèmes ni des panneaux d'AAAT. Cependant, leur but et leur fonctionnement sont indissociables des fonctions définies dans les sections intitulées *Fonctions de base de passage à niveau* (Sous-services aux utilisateurs 2.8.1) et *Fonctions avancées de passage à niveau* (Sous-services aux utilisateurs 2.8.2).

3.6 RÉSUMÉ

L'inventaire des systèmes d'AAAT a permis de constater que trois projets sont présentement en cours en Amérique du Nord dans le domaine des systèmes d'AAAT automatisés. Les gestionnaires de ces divers projets ont été consultés au besoin.

4. DÉFINITION DE CRITÈRES DE SÉLECTION DE PASSAGES À NIVEAU

La mise en œuvre efficace de systèmes d'AAAT nécessitait l'élaboration de critères visant à déterminer les passages à niveau qui présentaient un risque élevé de collision avec un autre train. *Trois principales tâches ont donc été abordées :*

1) définir des critères pour déterminer les passages à niveau qui présentent la plus grande probabilité de collision avec un autre train;
2) élaborer un modèle de classement des sites par ordre de priorité;
3) déterminer les données nécessaires à la mise en oeuvre de ce modèle.

4.1 OBJECTIFS

La section 4.1 décrit une méthode permettant de classer par ordre de priorité les passages à niveau où il conviendrait d'installer un système d'AAAT. Deux principaux objectifs étaient visés :

1) Définir des critères pour repérer les passages à niveau qui présentent la plus grande probabilité d'incidents comportant un autre train. Ces critères doivent permettre de classer les sites candidats pour l'essai pilote, énumérés à la partie 5. Les renseignements suivants doivent être recueillis :
   - l'historique des collisions;
   - les facteurs qui contribuent à accroître les risques d'incidents comportant un autre train, soit les «facteurs d'exposition», par exemple, la densité de la circulation piétonnière, la densité du trafic ferroviaire, la probabilité d'un incident comportant un autre train aux passages à niveau, les lignes de visibilité limitées et d'autres caractéristiques relatives à la géométrie de la route et des voies ferrées, à l'environnement, à la circulation et aux infrastructures.

2) Déterminer des emplacements types et définir un système qui permette de classer par ordre de priorité les passages à niveau où il serait possible d'installer un système d'AAAT en s'appuyant sur les critères préalablement définis. (Le mode de classement a été revu au cours de la phase 3 du projet.)

4.2 CRITÈRES DE SÉLECTION DES PASSAGES À NIVEAU

Certains critères et facteurs permettent de repérer les passages à niveau qui présentent la plus grande probabilité d'incidents comportant un autre train. La documentation existante sur les systèmes d'AAAT et leur mise en oeuvre a aidé à définir les critères les plus importants à prendre en compte dans l'élaboration des modèles de classement des sites par ordre de priorité.

4.2.1 Justification

Les critères les plus fiables pour l'élaboration d'un modèle de classement des sites sont ceux qui offrent une base quantitative pour évaluer et comparer le risque de collision avec un autre train à tous les sites étudiés. Une fois ces risques calculés, il est possible de classer les emplacements en fonction de la nécessité d'y installer un système d'AAAT. Par exemple, les données sur le nombre moyen d'incidents comportant un autre train (par jour) à chacun des passages à niveau

constituent le paramètre quantitatif le plus fiable pour classer ceux-ci. Bien que moins fiables, les données sur la fréquence prévue des événements de type «autre train» (selon l'heure du jour) combinées aux données sur la circulation piétonnière (selon l'heure du jour) offrent également une base quantitative objective pour la comparaison des niveaux de risque aux différents sites.

Il ne faut pas s'attendre à ce que des renseignements d'ordre quantitatif existent pour tous les critères et facteurs dont il convient de tenir compte dans un modèle de classement quantitatif. Par conséquent, la première étape du classement des passages à niveau consistera à procéder à une analyse qualitative destinée à caractériser et comparer les risques associés à chaque site. De plus, certains critères peuvent jouer le rôle de «substituts» (c.-à-d. d'approximations) d'autres critères. Par exemple, en l'absence de données sur le nombre de trains qui circulent quotidiennement à un endroit précis, il faudra faire appel à une mesure substitut, soit le nombre de trains qui passent par le site en question. Une fois cette étape terminée, il sera possible d'élaborer une «liste restreinte» de sites à risque élevé sur lesquels se pencher. L'étape suivante comportera la mise en oeuvre d'un programme de collecte de données pour une évaluation détaillée, à l'aide d'un modèle quantitatif, des passages à niveau, afin de repérer et de classer ceux qui sont le plus à risque.

Par conséquent, la raison d'être de modèles de classement qualitatif et quantitatif est d'offrir une base de comparaison des niveaux de risque que présentent les divers sites, peu importe la quantité de données quantitatives disponibles sur les critères. Les sections 4.2.2 à 4.2.10 présentent les principaux critères à prendre en compte pour classer les passages à niveau selon la probabilité de collision avec un autre train qui leur est associée.

4.2.2 Passages à niveau à voies multiples (critère obligatoire)

Tout passage à niveau comportant deux voies ferrées ou plus est considéré comme un site potentiel. Un site doit obligatoirement répondre à ce critère pour pouvoir être envisagé aux fins de l'installation d'un système d'AAAT.

4.2.3 Historique des collisions (critère qualitatif)

Le nombre de collisions avec un autre train permet également de classer les passages à niveau aux fins de l'installation d'un système d'AAAT. Cependant, l'historique des collisions n'est pas suffisant en soi pour permettre ce classement. Il est donc recommandé de se pencher sur l'historique des collisions en tenant compte des améliorations apportées par le passé aux systèmes d'avertissement ou au passage à niveau. À noter cependant qu'en raison de la rareté des collisions avec un autre train, il faut recourir à d'autres mesures pouvant servir d'indicateur du risque de collision avec un autre train. À ce titre, il est proposé d'utiliser, dans les analyses de sécurité, les données sur les infractions et sur les «conflits».

4.2.4 Circulation piétonnière intense (critère quantitatif ou qualitatif)

Il s'agit du nombre quotidien de piétons, soit le nombre de piétons qui traversent (chaque jour) le passage à niveau, au site donné. Si on le connaît, le nombre quotidien de piétons qui traversent le passage à niveau, selon l'heure du jour, est le meilleur critère à utiliser. En effet, cette donnée permet d'établir la «loi de probabilité de passage des piétons» en fonction de l'heure du jour.

Il suffit ensuite d'appliquer cette loi au nombre de passages d'un autre train pour évaluer la probabilité d'incidents comportant un autre train.

En l'absence de données fiables sur la circulation piétonnière (ce qui est prévisible, compte tenu du fait qu'aucun registre n'est tenu sur la circulation des piétons aux passages à niveau, du moins sur une base régulière), il faudra probablement recourir à des mesures substituts. Il importe qu'une corrélation existe entre ces mesures substituts et le niveau d'activité piétonnière (p. ex., sources de circulation piétonnière – milieu urbain vs milieu rural, usages adjacents). Ces mesures débouchent sur un critère qualitatif qui permet de classer la circulation piétonnière selon sa densité (forte, moyenne ou faible).

4.2.5 Nombre d'événements de type «autre train» (critère quantitatif)

Comparativement à un trafic ferroviaire dense dans les deux sens, un événement de type «autre train» est un meilleur indicateur de la probabilité de l'arrivée simultanée d'un piéton et d'un train à un passage à niveau. Essentiellement, cette information renseigne sur le nombre d'événements «autre train» à un passage à niveau donné durant une période précise, et sur l'heure à laquelle ont lieu ces événements. Cependant, ce critère doit être assorti de données qui n'existent habituellement pas pour tous les passages à niveau. Or, la capacité de prévoir les incidents comportant un autre train avec une certaine précision dépend de ces données. Connaître l'heure exacte de chaque événement «autre train» permettrait d'évaluer la probabilité d'un incident comportant un autre train – soit la présence d'un piéton au moment d'un événement «autre train». Diverses méthodes peuvent être envisagées pour recueillir les données sur les événements «autre train» : collecte de renseignements d'ordre administratif relatifs aux horaires, collecte manuelle de données aux passages à niveau, comptage électronique des événements «autre train» aux passages à niveau.

4.2.6 Densité élevée du trafic ferroviaire dans les deux sens (critère quantitatif ou qualitatif/substitut du nombre d'événements de type «autre train»)

La densité du trafic ferroviaire, en particulier du trafic ferroviaire dans chaque direction, constitue un critère substitut, en l'absence de données sur les événements de type «autre train». Le critère général serait le nombre de trains qui traversent le passage à niveau chaque jour et dans chaque direction. Connaître l'heure à laquelle les trains franchissent le passage à niveau permettrait d'évaluer directement le nombre d'événements «autre train».

4.2.7 Interdiction de siffler (critère qualitatif)

Toutes choses étant égales par ailleurs, il est à prévoir qu'un passage à niveau assujetti à une interdiction de siffler présentera un risque de collision plus élevé que ceux où l'utilisation du sifflet est permise, puisque celui-ci avertit de l'arrivée du train. Selon la documentation qui existe sur le sujet, une proportion plus élevée de collisions avec un autre train se produit aux passages à niveau où il est interdit de faire usage du sifflet. La Federal Railroad Administration (FRA) a conclu que l'interdiction de siffler, à toute heure du jour ou la nuit seulement, augmente le risque d'accidents aux passages à niveau, faisant référence aux deux constatations suivantes :

1) la *Nation-Wide Study of Train Whistle Bans* (USDOT-FRA, avril 1995) a permis de déterminer qu'en moyenne, les passages à niveau assujettis à une interdiction de siffler présentaient 84 % plus de collisions que ceux où l'utilisation du sifflet était permise;
2) les collisions de nuit ont été réduites de 68 % lorsque l'interdiction d'utiliser le sifflet la nuit aux termes du *Florida's Train Whistle Ban* a été levée (USDOT-FRA, octobre 1995).

Par conséquent, un autre critère à envisager lors de la sélection d'un site serait «l'indice d'interdiction du sifflet» qui permettrait d'établir une distinction entre le risque potentiel de collisions aux passages à niveau où l'utilisation du sifflet est permise ou interdite.

4.2.8 Visibilité (critère qualitatif)

Dans le présent rapport, la visibilité correspond à la ligne de visibilité des piétons lorsqu'un train approche. Il s'agit là d'un facteur important qui influe sur leur «exposition (au risque)». Une distance de visibilité adéquate dépend du temps dont a besoin un piéton pour apercevoir un train qui approche, décider de traverser les voies et le faire en toute sécurité. Aux passages à niveau où la ligne de visibilité des piétons se trouve obstruée par des obstacles fixes, le risque de collision avec un autre train augmente. Ainsi, la présence simultanée de trains, en particulier si l'un d'eux est arrêté, peut faire en sorte que le piéton ne détecte pas l'arrivée d'un train sur l'autre voie. D'où la nécessité d'inclure un critère de visibilité dans le classement par ordre de priorité des passages à niveau les plus susceptibles de faire l'objet d'un AAAT. Cet indice de visibilité devrait être déterminé lors d'une vérification sur place du passage à niveau.

4.2.9 Vitesses d'exploitation des trains (critère qualitatif)

La proportion des types de trains (de voyageurs ou de marchandises) varie considérablement d'un passage à niveau à l'autre. Résultat : des vitesses d'exploitation différentes mais, plus important encore, des vitesses variables à un même passage à niveau. Les piétons jugent du temps qu'ils ont pour traverser un passage à niveau principalement à partir de leur expérience. Lorsque la vitesse à laquelle circulent les trains varie à un passage à niveau, le piéton ne peut évaluer le temps dont il aura besoin pour traverser les voies en toute sécurité. Le temps dont il dispose à une certaine occasion peut être de beaucoup inférieur à celui dont il disposait à un autre moment.

Ces écarts considérables de vitesse peuvent également donner lieu à des situations qui présentent un risque élevé de collision avec un autre train. Les trains qui se déplacent lentement peuvent susciter chez les piétons un faux sentiment de sécurité, en détournant leur attention d'un autre train qui approche, ou en faussant leur perception de la vitesse de ce train.

4.2.10 Systèmes d'avertissement en usage (critère qualitatif)

Les types de systèmes d'avertissement actuellement en usage aux passages à niveau et leur configuration peuvent avoir une efficacité variable lorsqu'il s'agit d'avertir les piétons de l'arrivée d'un autre train. Par conséquent, un «indice lié au système d'avertissement» devrait constituer un autre critère qualitatif pour l'évaluation du risque de collision avec un autre train à un passage à niveau et pour le classement de celui-ci aux fins de la mise en œuvre d'un système d'AAAT. Cet indice de l'adéquation du système d'avertissement en usage serait établi au cours d'une vérification sur place du passage à niveau.

4.3 MÉTHODES DE CLASSEMENT PAR ORDRE DE PRIORITÉ DES PASSAGES À NIVEAU

La section 4.2 énumère un certain nombre de critères pour évaluer les passages à niveau où l'on songe à implanter un système d'AAAT et les classer par ordre de priorité en vue d'une telle installation. Pour établir l'ordre de priorité des passages à niveau, il est essentiel de pondérer les critères et de les combiner de façon rationnelle.

Les sections 4.3.1 et 4.3.2 présentent deux façons de classer les passages à niveau. La méthode employée dépend de la quantité et du type de données disponibles se rapportant aux critères. La première méthode, d'ordre «qualitatif», repose sur l'hypothèse selon laquelle on ne disposera que d'une quantité limitée de données pour procéder au classement initial des passages à niveau. La deuxième méthode, d'ordre «quantitatif», tient pour acquis que l'on disposera de données relatives aux principaux critères (p. ex., nombre de piétons, nombre d'événements «autre train», densité du trafic ferroviaire). Peu importe la méthode employée, le but est de produire une liste de passages à niveau classés selon le risque potentiel de collision avec un autre train. Une fois cette liste établie, il sera possible de caractériser davantage les passages à niveau du sommet de la liste par :

- des discussions avec les sociétés ferroviaires concernant les passages à niveau qui présentent le degré de risque le plus élevé;
- des discussions avec le personnel d'entretien des chemins de fer;
- une vérification des opérations et des caractéristiques propres à chaque site;
- un comptage des piétons et une étude des comportements à risque.

4.3.1 Évaluation qualitative

Cette méthode consiste à établir un ordre de priorité parmi des passages à niveau, en dépit de données limitées sur la circulation piétonnière et ferroviaire. Elle a servi à sélectionner le site de l'essai pilote parmi les neuf passages à niveau des régions de Toronto de Montréal que le CDP avait retenus comme sites candidats (voir la partie 5).

Les critères de sélection sont pondérés par des «facteurs de pondération» qui déterminent le degré d'importance à accorder à chacun. À partir des renseignements recueillis dans le cadre de recherches antérieures, de discussions avec le CDP et d'activités menées en marge de l'étude, des facteurs de pondération préliminaires ont été établis. Ceux-ci devaient faciliter la sélection d'un site, parmi les sites candidats, pour le projet pilote. Le tableau 4-1 présente les facteurs de pondération proposés pour cette phase de l'étude.

En l'absence de mesures quantitatives, la méthode la plus objective pour déterminer les facteurs de pondération est une évaluation par des experts. Cette méthode consiste à réunir un comité d'experts constitué d'au moins cinq spécialistes de la sécurité routière. En l'occurrence, les membres du CDP ont joué ce rôle, compte tenu de leur connaissance du problème de l'arrivée simultanée de deux trains à un passage à niveau.

Chacun des membres du comité a attribué un facteur de pondération à chaque critère, en fonction de son opinion à titre d'expert. Pour accorder le même poids à l'opinion de chaque expert, la somme des facteurs de pondération devait être la même pour chaque évaluation d'expert soit 1,0,

comme le montre le tableau 4-1. Pour établir les facteurs de pondération finals, on a établi la moyenne des cotes établies par tous les membres du comité.

Tableau 4-1 Évaluation qualitative préliminaire

Critères	Indice	Pondération	Total
Circulation piétonnière	Circulation piétonnière ❑ 1 = Densité faible ❑ 3 = Densité moyenne ❑ 5 = Densité forte	0,25	
Trafic ferroviaire	Trafic ferroviaire ❑ 1 = 1 à 80 trains par jour ❑ 2 = 81 à 160 trains par jour ❑ 3 = 161 à 240 trains par jour ❑ 4 = 241 à 320 trains par jour ❑ 5 = plus de 320 trains par jour	0,20	
Potentiel de collision	Potentiel de collision ❑ 1 = Potentiel de collision faible ❑ 3 = Potentiel de collision moyen ❑ 5 = Potentiel de collision élevé	0,15	
Interdiction de siffler	Interdiction de siffler ❑ 1 = Sifflet non interdit ❑ 5 = Sifflet interdit	0,05	
Visibilité	Visibilité au site ❑ 1 = Bonne visibilité ❑ 2 = Visibilité moyenne ❑ 3 = Visibilité restreinte	0,10	
Vitesses d'exploitation des trains/écarts de vitesse	Vitesses d'exploitation des trains/écarts de vitesses ❑ 1 = Vitesses/écarts de vitesse faibles ❑ 3 = Vitesses/écarts de vitesse moyens ❑ 5 = Vitesses/écarts de vitesse élevés	0,15	
Système d'avertissement	Système d'avertissement ❑ 1 = Système d'avertissement adéquat ❑ 3 = Système d'avertissement à améliorer ❑ 5 = Pas de système d'avertissement automatisé	0,10	
Total		1,00	

4.3.2 Évaluation quantitative – modèle d'«exposition au risque»

Après que tous les passages à niveau auront été classés d'après le modèle qualitatif, les sites qui présenteront le risque le plus élevé de collision avec un autre train seront l'objet d'une étude approfondie. Ce processus rigoureux fera appel à un modèle quantitatif. Pour appliquer ce modèle quantitatif, il faudra recueillir les données quantitatives pertinentes sur les sites présélectionnés (p. ex., fréquence d'événements «autre train» et données sur la circulation

piétonnière) et effectuer des vérifications sur place afin d'enregistrer/documenter les critères propres au site, comme la visibilité et la configuration du système d'avertissement.

De façon plus précise, deux grands types de données sont nécessaires pour comparer les passages à niveau et les classer sur une base quantitative :

1) la densité de la circulation piétonnière;
2) le nombre d'événements de type «autre train».

Ces données en main, il est possible de calculer l'indice d'«exposition au risque» et de classer les sites par ordre de priorité pour la mise en service d'un système d'AAAT.

Le nombre de piétons qui franchissent chaque jour un passage à niveau donné (pourcentage de tous les piétons dénombrés quotidiennement aux passages à niveau au Canada) et le nombre prévu d'événements «autre train» par jour à ce même passage à niveau permet de calculer un indice d'«exposition (au risque)». Il suffit d'employer ce genre de comparaison pour tous les passages à niveau pour obtenir un indice quantitatif direct d'«exposition (au risque)» qui pourrait constituer le principal critère de classement des passages à niveau en vue de la mise en œuvre d'un système d'AAAT.

Ajoutons maintenant à cet indice le deuxième critère qualitatif mentionné à la section 4.2 afin d'obtenir un indice de classement final pour chaque passage à niveau. Le modèle recommandé pour le classement des sites présélectionnés au Canada a été élaboré dans le cadre de la phase 3 de la présente étude.

5. SÉLECTION ET ÉVALUATION DE SITES CANDIDATS

5.1 EMPLACEMENTS

Au cours d'une rencontre tenue le 21 février 2001 (RCDP n° 1), le CDP a décidé de concentrer ses efforts sur le choix d'un site situé dans les régions métropolitaines de Toronto ou de Montréal. En général, la circulation ferroviaire quotidienne, trains de marchandises et de voyageurs compris, y est plus dense qu'ailleurs au Canada. De plus, il était prévu que, dans la mesure où on allait pouvoir trouver un site candidat convenable, le choix de l'une de ces régions permettrait de réduire les coûts associés à la conception, à la demande de propositions et à la surveillance du système d'AAAT pour la réalisation de la phase 2 du projet.

5.2 PRÉSÉLECTION DE SITES CANDIDATS

5.2.1 Justification

L'évaluation qualitative des sites candidats a été réalisée au moyen des critères suivants :

1) historique des collisions avec un autre train;
2) connaissances des responsables locaux sur les opérations ferroviaires et le comportement des piétons au passage à niveau;
3) potentiel d'événements de type «autre train»;
4) potentiel de circulation piétonnière dense et continuelle;
5) vitesses d'exploitation des trains et écarts de vitesse.

5.2.2 Sélection par le comité directeur du projet

Compte tenu du nombre de sites possibles, il a été déterminé que le CDP compterait sur les connaissances des autorités locales de Transports Canada et des agences de trains de banlieue pour dresser une liste restreinte de sites. Le tableau 5-1 est un résumé des passages à niveau candidats proposés par les membres du CDP.

5.3 VÉRIFICATION DES SITES ET COLLECTE DE DONNÉES

Pour chacun des sites candidats mentionnés à la section 5.2, une évaluation a été menée. Celle-ci comportait les aspects suivants :

- observation du site à l'aide d'une liste de vérification;
- enregistrements vidéo;
- prise de photos numériques du passage à niveau et des infrastructures piétonnières;
- données sur la circulation des trains;
- horaire des trains.

Tableau 5-1 Liste restreinte de passages à niveau candidats – projet pilote d'AAAT	
Passages à niveau candidats de Toronto	**Passages à niveau candidats de Montréal**
• Gare Go de Brampton/ Rue Mill (point miliaire 15,4 – subdivision Halton) • Rue Tannery (point miliaire 20,85 – subdivision Galt) • Rue Queen (point miliaire 20,12 – subdivision Galt)	• Avenue O'Brien (point miliaire 7,37 – subdivision Deux-Montagnes) • Avenue Westminster (point miliaire 0,04 – subdivision Vaudreuil et point miliaire 4,48 – subdivision Westmount) • Avenue Wilderton (point miliaire 48,81 – subdivision Adirondack) • 3e Avenue (point miliaire 18,07 – subdivision Vaudreuil et point miliaire 23,57 – subdivision Kingston) • Avenue Woodland (point miliaire 12,15 – subdivision Vaudreuil et point miliaire 17,52 – subdivision Kingston) • Gare de Baie d'Urfé (point miliaire 13,8 – subdivision Vaudreuil et point miliaire 19,21 – subdivision Kingston)

5.3.1 Vérification des sites

Le Groupe IBI a dressé une liste de vérification destinée à faciliter la collecte de renseignements pertinents sur les passages à niveau. On peut consulter cette liste à l'annexe B. Voici les rubriques qui y figurent :

- **Renseignements sur la visite du site** – Emplacement de l'étude/route sécante, autorité(s) ferroviaire(s), subdivision et point miliaire, municipalité/administration routière, date, heure, conditions météorologiques et état de la route.
- **Fonction et alignement des voies ferrées** – Configuration des voies, alignement, types de trains, vitesses d'exploitation, opérations, visibilité qu'ont les piétons et les automobilistes le long de la voie ferrée, statut en ce qui a trait au sifflement, événements de type «autre train» observés et incidents comportant un autre train.
- **Usages associés des terrains adjacents** – Utilisation faite des terrains environnants, présence d'une gare, principales sources de circulation de véhicules, de piétons et/ou de cyclistes, aires de stationnement et opérations.
- **Systèmes d'avertissement** – Type de système d'avertissement, configuration et fonctionnement, circulation, présence de signalisation non automatisée et visibilité des panneaux pour les automobilistes et les piétons.
- **Infrastructures piétonnières et dispositifs d'avertissement** – Circulation piétonnière observée, emplacement, état et utilisation des trottoirs et des systèmes/panneaux d'avertissement à l'intention des piétons.
- **Fonction des routes sécantes** – Fonction des routes (c.-à-d. route collectrice, artère, autoroute), volume de circulation, nombre de voies, voies d'accès adjacentes, vitesses permises, signalisation et généralités.

Les employés du Groupe IBI et de Transports Canada ont visité les sites de Toronto et de Montréal le 30 avril 2001 et le 28 mai 2001, respectivement. On peut consulter les listes de vérification remplies à l'annexe C.

5.3.2 Collecte de données

Les exploitants ferroviaires ont fourni des données recueillies par le système d'enregistrement et de surveillance des activités ferroviaires SafeTran. La quantité de données recueillies dépendait de l'intensité des activités au passage à niveau et de la capacité de mémoire de l'équipement. En général, les données représentaient quatre à cinq jours d'activité à chacun des passages à niveau. Les dates de collecte des données pour chacun des sites sont présentées au tableau 5-2.

Tableau 5-2 Sites candidats pour l'essai pilote – Collecte de données sur la circulation des trains

Emplacement	Date et heure du début	Date et heure de la fin
Rue Tannery	s. o.	s. o.
Rue Queen	s. o.	s. o.
Gare Go de Brampton/ Rue Mill	Discussion avec un représentant du CN	
3e Avenue	24 mai 2001 (6 h 22) 2 juin 2001 (7 h 20)	29 mai 2001 (16 h 40) 6 juin 2001 (9 h 25)
Avenue Woodland	26 mai 2001 (22 h 25) 3 juin 2001 (15 h 30)	29 mai 2001 (15 h 31) 6 juin 2001 (7 h 16)
Avenue Wilderton	s. o.	s. o.
Avenue O'Brien	Discussion avec un représentant du CN	
Avenue Westminster	s. o.	s. o.
Baie d'Urfé	2 juin 2001 (22 h 20)	6 juin 2001 (8 h 28)

5.4 ÉVALUATION DES SITES CANDIDATS

Les sites candidats ont été évalués en fonction des principaux critères définis à la section 5.2.1 et des renseignements propres à chaque site recueillis lors des visites. On trouvera au tableau 5-3 un résumé des données relatives aux principaux critères appliqués aux sites candidats. Les sections 5.4.1 à 5.4.9 sont consacrées à un examen et une évaluation détaillés de chacun des sites.

Au début de la présentation de chacun des sites est reproduit une grille semblable à celle de la figure 5-1 qui donne une cote globale du site en fonction des principaux critères de sélection. Cette grille permet une consultation rapide de la cote de chacun des sites candidats et de l'opportunité d'y installer un système de surveillance. Cette cote est particulière à l'évaluation en vue de l'essai pilote. On peut voir à la section 5.5 l'application des critères de sélection à chacun des sites candidats.

Critères	Piétons	Trains	Passages	Sifflet	Visibilité	Vitesse	Site	Total	Commentaires
Résultat	●	○	○	●	○	○	◎	2,5 ●	

Figure 5-1 Critères de sélection

Légende :

- **Piétons** – Nombre de piétons (cercle plein = nombre élevé de piétons, cercle partiellement ombré = nombre moyen de piétons, cercle vide = nombre peu élevé de piétons);
- **Trains** – Densité du trafic ferroviaire dans les deux sens (cercle plein = densité relativement forte comparativement aux autres sites candidats, cercle vide = densité relativement faible);
- **Passages** – Probabilité de passage d'un autre train (cercle plein = probabilité élevée, cercle vide = faible probabilité);
- **Sifflet** – Interdiction de siffler en vigueur (cercle plein = oui, cercle vide = non);
- **Visibilité** – Les piétons ont une visibilité limitée de l'arrivée d'un ou de plusieurs trains (cercle plein = des deux trains, cercle partiellement ombré = d'un seul train, cercle vide = visibilité adéquate);
- **Vitesse** – Vitesse élevée du train et/ou écart de vitesses élevé (cercle plein = vitesses d'exploitation élevées et/ou écarts de vitesse élevés, cercle vide = faibles vitesses d'exploitation);
- **Site** – Configuration matérielle et opérations ferroviaires favorisant l'installation de panneaux, et possibilité d'observer ou non le passage à niveau au moyen d'une ou de deux caméras de télévision en circuit fermé (cercle plein = caractéristiques physiques et conditions d'exploitation favorables, cercle vide = caractéristiques physiques et conditions d'exploitation défavorables);
- **Total** – Le chiffre qui figure dans cette colonne représente la somme des résultats obtenus pour chaque critère (cercle plein = 1,0; cercle partiellement ombré = 0,5; cercle vide = 0).

Tableau 5-3 Avertissement de l'approche d'un autre train – évaluation des sites candidats

Emplacement	N voies	Nombre de trains par jour	Passages d'un autre train	Circulation piétonnière	Historique des collisions avec un autre train[1]	Interdiction de siffler	Visibilité	Vitesse d'exploitation des trains	Commentaires
Rue Tannery	2	6 trains de banlieue 18 trains de marchandises	s. o.	Élevée	1994	Oui	Passable	60 km/h	Trafic ferroviaire de faible densité.
Rue Queen	2	6 trains de banlieue 18 trains de marchandises	s. o.	Faible	Non	Oui	Passable	75 km/h	Trafic ferroviaire de faible densité.
Gara Go de Brampton/ Rue Mill	2	10 trains de banlieue 44 trains de marchandises	3 passages par jour	Élevée (PP)	1998	Oui	Bonne	55 km/h	Des policiers surveillent le passage à niveau de temps à autre.
3e Avenue	4	18 trains de voyageurs 26 trains de banlieue 56 trains de marchandises	1,0 passage par jour	Élevée	Non	Oui	Passable	90 à 105 km/h (march.) 100 à 150 km/h (voy.)	Deux paires de voies séparées par un refuge pour piétons.
Avenue Woodland	4	18 trains de voyageurs 26 trains de banlieue 56 trains de marchandises	0,75 passage par jour	Moyenne	Non	Oui	Bonne	90 à 105 km/h (march.) 100 à 150 km/h (voy.)	Deux paires de voies séparées par un refuge pour piétons.

Tableau 5-3 Avertissement de l'approche d'un autre train – évaluation des sites candidats									
Emplacement	**N voies**	**Nombre de trains par jour**	**Passages d'un autre train**	**Circulation piétonnière**	**Historique des collisions avec un autre train[1]**	**Interdiction de siffler**	**Visibilité**	**Vitesse d'exploitation des trains**	**Commentaires**
Avenue Wilderton	2	10 trains de voyageurs 20 trains de marchandises	s. o.	Élevée	Non	Oui	Bonne	50 km/h (march.) 80 km/h (voy.)	
Avenue O'Brien	2	54 trains de banlieue 2 trains de marchandises	de un à trois passages par jour	Moyenne	Non	Oui	Bonne	100 km/h (march.) 65 km/h (voy.)	Faible circulation piétonnière en mi-journée.
Avenue Westminster	2	36 trains de banlieue	s. o.	Élevée	Non	Oui	Passable	25 km/h	Surveillance policière. Endroit plutôt achalandé.
Gare de Baie d'Urfé	4	18 trains de voyageurs 26 trains de banlieue 56 trains de marchandises	1,09 passage par jour	Moyenne (PP)	Oui	Oui	Bonne	90 à 105 km/h (march.) 100 à 150 km/h (voy.)	Deux paires de voies séparées par un refuge pour piétons. Faible circulation piétonnière en mi-journée.

Remarques :
(1) Historique des collisions piéton-train.
march. = train de marchandises voy. = train de voyageurs PP = période de pointe des trains de banlieue en matinée et en après-midi

5.4.1 Rue Tannery, Mississauga, Ontario

Critères	Piétons	Trains	Passages	Sifflet	Visibilité	Vitesse	Site	Total	Commentaires
Résultat	●	○	○	●	○	○	◎	2,5 ●	Non retenu

Le passage à niveau de la rue Tannery est un passage à niveau très fréquenté par les piétons, situé dans la subdivision Galt, au cœur de Streetsville, Mississauga. La circulation piétonnière résulte des interactions entre les usages de commerce de détail qui se trouvent du côté est de la ligne de chemin de fer et les usages résidentiel et éducatif (école secondaire) qui se trouvent du côté ouest.

GO Transit exploite cinq trains vers l'est le matin et cinq trains vers l'ouest l'après-midi, qui transportent les résidents vers leur travail à Toronto et les ramènent chez eux. Les événements «autre train» à cet endroit résultent de l'arrivée simultanée de trains de marchandises ou de trains GO Transit et de trains de marchandises. Le faible trafic ferroviaire réduit les risques d'événements «autre train», de sorte que cet emplacement a été rejeté aux fins du projet pilote.

5.4.2 Rue Queen, Mississauga, Ontario

Critères	Piétons	Trains	Passages	Sifflet	Visibilité	Vitesse	Site	Total	Commentaires
Résultat	◎	○	○	●	●	○	○	2,5 ●	Non retenu

Le passage à niveau de la rue Queen, sur la ligne principale du CP, est situé sur un tronçon en courbe de la subdivision Galt, à l'est de la gare GO de Streetsville. Les usages des terrains adjacents ne génèrent aucune circulation importante de piétons : l'activité piétonnière y est de moyenne à faible. Les opérations du réseau GO se comparent à celles du passage à niveau de la rue Tannery. Pour la même raison qu'au passage à niveau de la rue Tannery, ce site n'a pas été retenu pour l'essai du système d'AAAT.

5.4.3 Gare GO de Brampton/rue Mill, Brampton, Ontario

Critères	Piétons	Trains	Passages	Sifflet	Visibilité	Vitesse	Site	Total	Commentaires
Résultat	●	●	◎	●	◎	○	◎	4,5 ●	Emplacement possible

Le passage à niveau de la rue Mill, dans la subdivision Halton se trouve immédiatement à l'ouest de la gare GO de Brampton. Il accueille une forte circulation piétonnière durant les périodes de pointe du matin et de l'après-midi, et une circulation moyenne tout au long de la journée.

GO Transit exploite quatre trains vers l'est le matin et quatre trains vers l'ouest l'après-midi, qui amènent les gens à leur travail à Toronto. Les événements «autre train» à cet endroit sont attribuables à l'arrivée des trains de marchandises qui traversent le passage à niveau au moment

où un train de banlieue est arrêté à la gare de Brampton. Chaque jour de la semaine, environ 44 trains de marchandises empruntent ce tronçon de la subdivision Halton. Le personnel de surveillance du chemin de fer patrouille ce passage à niveau à intervalles réguliers pour éviter que les piétons ne s'aventurent sur les rails lorsque le système d'avertissement est en marche.

Compte tenu de la densité relativement faible du trafic ferroviaire et de la surveillance qui est assurée à cet endroit, il faudrait que l'essai pilote s'échelonne sur une longue période pour que puissent être faites suffisamment d'observations «non faussées», c.-à-d. sans la présence de surveillants.

5.4.4 3e Avenue, Île-Perrot, Québec

Critères	Piétons	Trains	Passages	Sifflet	Visibilité	Vitesse	Site	Total	Commentaires
Résultat	●	●	○	●	◎	●	○	4,5 ●	Emplacement possible

Le passage à niveau de la 3e Avenue dans les subdivisions Vaudreuil (CP) et Kingston (CN) se trouve immédiatement au sud de l'autoroute 20. La route croise deux ensembles de deux voies. Les voies du CN et du CP sont séparées d'environ 15 m. La configuration de ces voies et la distance qui les sépare peuvent compliquer l'installation des panneaux d'AAAT et compromettre leur visibilité.

Par exemple, les piétons peuvent traverser le premier ensemble de voies et attendre au centre que le train passe sur les voies éloignées. Dans ce cas, il conviendrait d'installer un panneau d'AAAT au centre des voies ou du côté éloigné de celles-ci. La première option nécessiterait probablement l'ajout de deux à quatre panneaux d'AAAT pour assurer un degré de sécurité convenable. Quant à la deuxième possibilité, la hauteur de pose des panneaux ferait en sorte qu'ils sortiraient du champ de vision normal des piétons.

Au cours de la visite sur place, faite au milieu de la journée, la circulation de piétons attribuable aux usages résidentiel et de commerce de détail situés à proximité était stable. Le trafic de trains de voyageurs et de marchandises sur ces lignes est relativement dense, les vitesses d'exploitation des trains sont élevées, et les écarts de vitesse, importants.

Ce site a été envisagé pour l'essai pilote, mais il n'a pas été retenu en raison des problèmes prévus touchant la mise en place des panneaux et du coût de l'équipement supplémentaire que nécessiterait l'essai, puisqu'il faudrait avoir recours à du matériel de surveillance supplémentaire pour observer toutes les aires d'attente où peuvent se tenir les piétons.

5.4.5 Avenue Woodland, Beaconsfield, Québec

Critères	Piétons	Trains	Passages	Sifflet	Visibilité	Vitesse	Site	Total	Commentaires
Résultat	◎	●	○	●	○	●	○	3,5 ●	Non retenu

Le passage à niveau de l'avenue Woodland présente une configuration semblable à celui de la 3e Avenue, soit deux voies du CN et deux voies du CP séparées par une distance considérable. Ce passage à niveau est directement attenant à la gare Beaurepaire sur la ligne de banlieue de l'Agence métropolitaine de transport (AMT).

La circulation des piétons à cet endroit coïncide généralement avec les activités du train de banlieue durant les heures de pointe, le matin et l'après-midi. L'activité piétonnière en mi-journée est faible.

Ce site a été envisagé comme emplacement possible pour l'essai pilote. Cependant, il a été rejeté en raison des difficultés prévues inhérentes à la mise en place des panneaux et des coûts d'équipement supplémentaires que nécessiterait le projet, comme il se dégage des observations portant sur le site de la 3e Avenue dont il est question à la section 5.4.4.

5.4.6 Gare de Baie d'Urfé, Baie d'Urfé, Québec

Critères	Piétons	Trains	Passages	Sifflet	Visibilité	Vitesse	Site	Total	Commentaires
Résultat	◎	●	○	●	○	●	◎	4,0 ●	Emplacement possible

Ce passage à niveau se trouve dans les subdivisions Vaudreuil et Kingston, entre les sites de la 3e Avenue et de l'avenue Woodland. Il possède une configuration à quatre voies qui se retrouve aussi aux deux autres sites.

Réservé aux piétons, il est directement attenant à la gare du train de banlieue de Baie d'Urfé, sur le réseau de l'AMT. La circulation piétonnière à cet endroit est généralement attribuable aux activités de la gare en matinée et en après-midi, puisque les usages associés aux terrains adjacents ne génèrent pas beaucoup d'activité piétonnière.

Un essai pilote avait été envisagé à cet endroit, mais on s'est ravisé en raison des problèmes reliés à la mise en place des panneaux et du coût de l'équipement supplémentaire qu'exigerait l'essai pilote, comme le montre l'examen du site de la 3e Avenue présenté à la section 5.4.4.

5.4.7 Avenue Wilderton, Montréal, Québec

Critères	Piétons	Trains	Passages	Sifflet	Visibilité	Vitesse	Site	Total	Commentaires
Résultat	●	○	○	●	◎	◎	◎	3,5 ●	Non retenu

Le passage à niveau de l'avenue Wilderton dans la subdivision Adirondack est le seul qu'on retrouve dans cette zone. Le trafic ferroviaire y est relativement faible : on dénombre 10 trains de banlieue et environ 20 trains de marchandises/mouvements de manœuvre.

Les sources de circulation piétonnière sont les usages résidentiel et de commerce de détail situés à proximité, ainsi que la gare Canora, située sur la ligne de banlieue Deux-Montagnes, à l'ouest du passage à niveau. L'activité piétonnière y est modérée en milieu de journée.

Cet emplacement n'a pas été retenu, compte tenu de la faible fréquence des trains et de la faible probabilité d'événements «autre train».

5.4.8 Avenue O'Brien, Ville Saint-Laurent, Québec

Critères	Piétons	Trains	Passages	Sifflet	Visibilité	Vitesse	Site	Total	Commentaires
Résultat	○	●	○	●	○	●	●	5,5 ●	Emplacement retenu

Le passage à niveau de l'avenue O'Brien, dans la subdivision Deux-Montagnes, accueille environ 54 trains de banlieue et deux trains de marchandises par jour. Selon l'horaire des trains de banlieue de l'AMT, tout au plus trois événements «autre train» pourraient y survenir au cours des périodes de pointe de la matinée et de l'après-midi. Les vitesses d'exploitation des trains varient de 65 km/h pour les trains de marchandises à 100 km/h, dans le cas des trains de voyageurs.

Au cours des enquêtes sur le terrain menées en mi-journée, l'activité piétonnière à cet endroit était modérée. D'après les renseignements obtenus de Transports Canada, environ 250 piétons utilisent quotidiennement ce passage à niveau. Un comptage effectué sur une période de huit heures en août 2001, a permis d'observer plus de 400 piétons. En outre, quatre cas de non-respect du système d'avertissement ont été observés.

5.4.9 Avenue Westminster/rue Elmhurst, Montréal, Québec

Critères	Piétons	Trains	Passages	Sifflet	Visibilité	Vitesse	Site	Total	Commentaires
Résultat	●	○	○	●	●	○	○	3,5 ●	Non retenu

Les passages à niveau de l'avenue Westminster et de la rue Elmhurst dans les subdivisions Vaudreuil et Westmount sont situés dans une zone de circulation piétonnière intense, à côté de la gare Montréal Ouest du train de banlieue. Environ 36 trains circulent chaque jour sur ces voies, dont 10 ne s'arrêtent pas à la gare. Selon un examen de l'horaire des trains de banlieue de l'AMT, tout au plus trois événements «autre train» pourraient survenir en raison du laps de temps très court (moins de trois minutes) entre les départs de la gare de Montréal Ouest. Ces deux sites présentent deux inconvénients majeurs. Premièrement, les vitesses d'exploitation à proximité de la gare sont habituellement inférieures à 25 km/h, de sorte que le risque potentiel y est relativement faible, comparativement aux autres sites candidats. Ensuite, le personnel de surveillance ferroviaire patrouille régulièrement les lieux pour s'assurer que les piétons ne s'aventurent pas sur la voie lorsque le système d'avertissement est activé. Par conséquent, ces deux caractéristiques pourraient influencer les résultats de l'étude et la période de collecte des données.

5.5 APPLICATION DES CRITÈRES DE SÉLECTION

Comme il a été mentionné à la section 5.4, l'évaluation qualitative des sites candidats reposait sur des critères qui visaient à déterminer leur pertinence aux fins de l'essai pilote, lesquels ne devaient pas faire partie des critères définitifs devant servir à évaluer le risque potentiel associé à l'approche d'un autre train aux passages à niveau à voies multiples, partout au Canada. De plus, le classement qualitatif préliminaire présenté à la section 4.3.1 a été utilisé pour les sites candidats dans le but de valider l'analyse décrite précédemment. Le tableau 5-4 présente un résumé de l'application des critères de sélection qualitatifs.

Tableau 5-4 Application des critères de sélection qualitatifs

Emplacement	Piéton	Train	Collision	Sifflet	Visibilité	Vitesse	Avertissement	Total
Pondération	**0,25**	**0,20**	**0,15**	**0,05**	**0,10**	**0,15**	**0,10**	**1,00**
Rue Tannery	5	1	1	5	1	1	3	2,4
Rue Queen	1	1	1	5	5	1	1	1,6
Gare Go de Brampton/ Rue Mill	5	1	3	5	3	1	1	2,7
3^{e} Avenue	3	2	1	5	3	5	3	2,9
Avenue Woodland	3	2	1	5	1	5	1	2,5
Gare de Baie d'Urfé	3	2	1	5	1	5	1	2,5
Avenue Wilderton	5	1	3	5	3	3	1	2,7
Avenue O'Brien	3	1	3	5	3	5	3	**3**
Avenue Westminster	3	1	3	5	5	1	1	2,4

Selon l'évaluation présentée au tableau 5.4, il semble que le passage à niveau de l'avenue O'Brien, sur la ligne Deux-Montagnes, présente «le risque le plus élevé» d'événements de type «autre train», selon le CDP.

5.6 RÉSUMÉ

D'après un examen des données recueillies, les observations faites sur les sites et les commentaires formulés par les membres du CDP, il a été recommandé que le passage à niveau de l'avenue O'Brien soit retenu comme le meilleur site pour l'essai pilote.

6. CARACTÉRISTIQUES FONCTIONNELLES

6.1 CRITÈRES D'ÉVALUATION

Suivant un examen de la documentation consacrée aux systèmes d'AAAT et des commentaires formulés par les membres du CDP, certains critères ont été définis pour le choix d'un système d'AAAT. Les voici :

- possibilité de réduction des comportements à risque;
- disponibilité des éléments du système;
- fiabilité;
- coût d'installation;
- coûts d'entretien et d'exploitation;
- caractéristiques de sûreté intégrée.

L'évaluation des systèmes d'AAAT a permis de confirmer qu'il n'existait sur le marché aucun système de ce genre prêt à être installé. Les systèmes déployés à la Timonium Station de Baltimore et au passage à niveau de la Vernon Avenue, à Los Angeles, sont des systèmes adaptés et mis au point conjointement par le client et le fournisseur. Il a donc été décidé, dans le cadre du projet de Transports Canada, d'élaborer en premier lieu les caractéristiques générales d'un système d'AAAT. La deuxième étape consisterait à communiquer avec les fournisseurs des éléments du système afin de déterminer si les éléments offerts sur le marché pouvaient répondre aux exigences.

Un examen des critères d'évaluation des systèmes d'AAAT a permis de cerner deux types de panneaux qui peuvent constituer des solutions viables :

- premier type – panneau préprogrammé à états limités à diodes électroluminescentes (DEL);
- deuxième type – panneau à message fixe et feux clignotants alternatifs.

La section 6.2 énumère les caractéristiques fonctionnelles générales relatives aux deux systèmes, suivies des caractéristiques spécifiques à chacun des types de panneau d'AAAT (sections 6.3 et 6.4).

6.2 GÉNÉRALITÉS

6.2.1 Déclenchement

L'autorité ferroviaire doit fournir tous les circuits de détection de train, y compris les signaux indiquant le moment où un train entre dans la «zone de détection» d'un passage à niveau et le moment où il en sort. Le système d'avertissement de l'approche d'un autre train doit présenter les caractéristiques suivantes :

- Un circuit logique doit déclencher le panneau d'AAAT uniquement à la réception d'une combinaison déterminée de signaux de détection (interprétés comme une commande) en provenance des circuits de détection des voies ferrées.
- Le circuit logique doit uniquement produire un signal de déclenchement du panneau d'AAAT lorsque les circuits de détection des voies ferrées indiquent l'entrée d'un train dans

la «zone de détection» du passage à niveau ET l'entrée d'un deuxième train dans la même «zone de détection» du passage à niveau (quel que soit le nombre de voies ferrées) avant que le premier train sorte de la «zone de détection».

- Le circuit logique doit maintenir un signal de déclenchement de panneau d'AAAT jusqu'à ce que les deux trains soient sortis de la «zone de détection» du passage à niveau.

6.2.2 Nombre de panneaux et emplacement

Les panneaux installés à la Timonium Station s'adressent aux automobilistes et c'est la raison pour laquelle ils ont été placés du côté «rapproché» des voies ferrées, au-dessus de la route. Les panneaux du passage à niveau de la Vernon Avenue s'adressent aux piétons et se trouvent entre les voies, du côté du passage qu'empruntent le plus grand nombre de piétons.

Le système d'AAAT envisagé dans le cadre du présent projet ne s'adresse qu'aux piétons. Par conséquent, il a été déterminé que les panneaux d'avertissement seraient placés tout près des passages pour piétons. Pour des raisons de responsabilité, et pour assurer la meilleure couverture/efficacité possible, il a été conclu que les panneaux devaient être visibles depuis tous les points de franchissement permis aux piétons.

Un aspect important consistait à déterminer la position dans laquelle l'avant du panneau devait être placé par rapport au passage pour piétons. Il existait deux options. Selon la première, le panneau est placé du côté «éloigné» des voies. Cette option, ressemble à l'installation des feux pour piétons aux intersections routières, elle est avantageuse car le panneau d'AAAT se trouve dans le cône de vision des piétons, même s'ils sont tout près du dispositif de signalisation ferroviaire. Elle présente cependant un inconvénient, puisqu'il est impossible de voir le panneau si un train se trouve dans le passage à niveau.

La deuxième option consiste à placer le panneau d'AAAT du côté rapproché du passage à niveau soit du même côté que les dispositifs de signalisation ferroviaire. L'avantage est que le panneau d'AAAT est toujours visible pour les piétons. Elle présente cependant un inconvénient, puisque l'affichage sort du cône de vision des piétons s'ils se tiennent directement sous le panneau.

Compte tenu de ces facteurs, il a été déterminé que les panneaux doivent être placés du côté rapproché de chaque trottoir autorisé pour le franchissement du passage à niveau (figure 6-1). Ils seront posés de telle sorte que l'avant du panneau et les messages/feux soient bien visibles pour les piétons qui se dirigent vers le passage à niveau, depuis l'aire d'attente la plus probable.

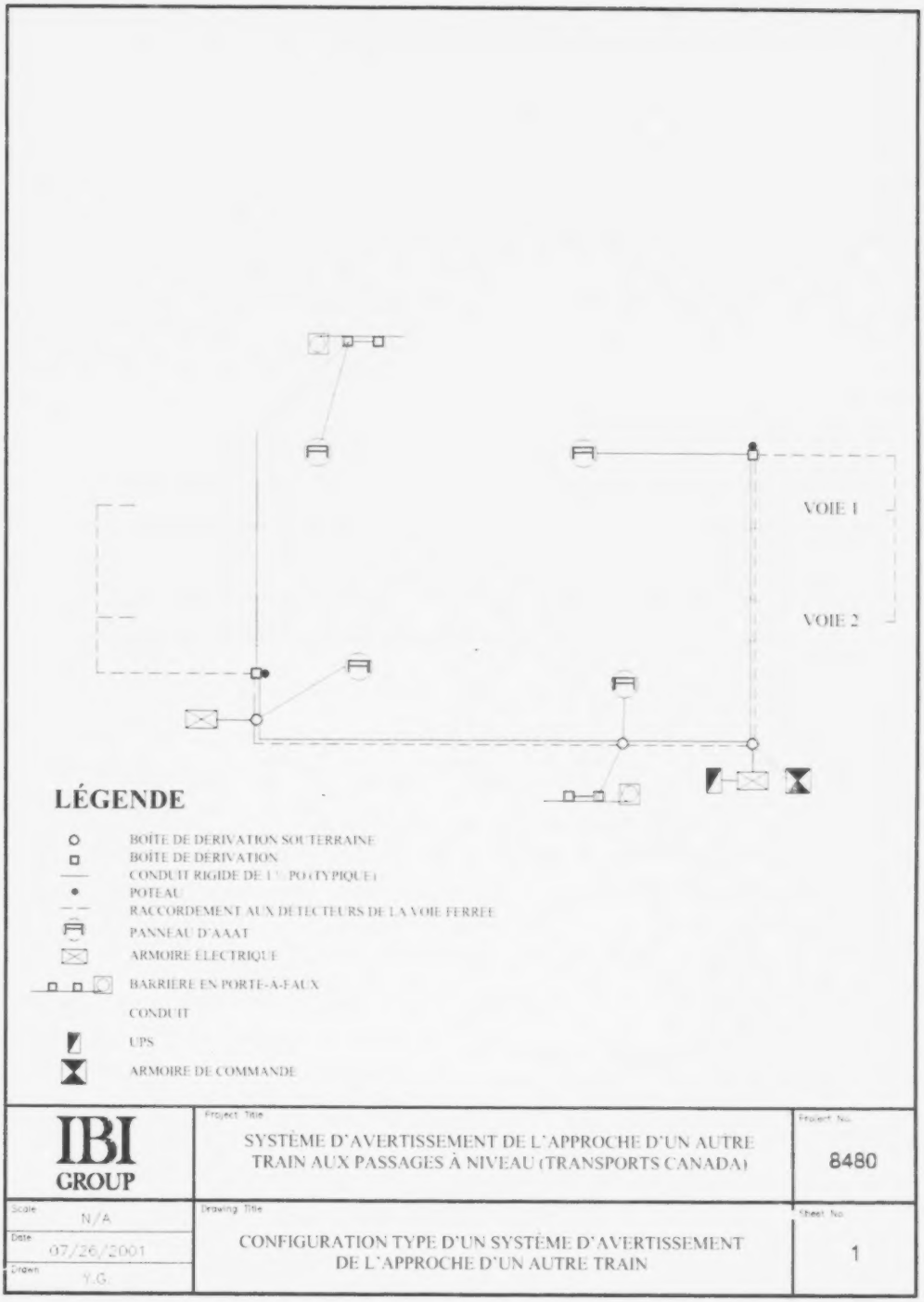


Figure 6-1 Configuration générale des panneaux du système d'AAAT

6.2.3 Feux et avertisseurs sonores auxiliaires

Les discussions avec le CDP ont fait ressortir qu'il n'était pas nécessaire d'intégrer au système d'AAAT des feux ou des avertisseurs sonores auxiliaires, pour les raisons suivantes :

- Un **avertisseur sonore auxiliaire** avait été intégré aux systèmes d'AAAT en Angleterre, et cette possibilité a été envisagée. Les systèmes d'AAAT ne sont plus en usage en Angleterre, puisqu'il a été déterminé que les systèmes d'avertissement existants permettaient amplement d'avertir de l'arrivée d'un ou de plusieurs trains aux passages à niveau. En outre, il fallait que l'avertisseur sonore auxiliaire soit muni d'une sonnerie suffisamment forte pour être audible malgré le bruit ambiant provenant de la sonnerie du système d'avertissement et des trains qui traversaient le passage à niveau ou s'en approchaient. Qui plus est, l'utilisation d'un avertisseur sonore auxiliaire à un passage à niveau pouvait poser problème, puisqu'un signal sonore à un feu de signalisation signifie que les piétons ont droit de passage et non qu'ils doivent porter attention à un danger potentiel.
- Des **feux auxiliaires**, comme des feux à éclats, ont été montés sur un système d'AAAT afin de bien mettre en évidence le panneau. La raison première de l'ajout de ce dispositif était que le panneau se trouvait en retrait par rapport au trajet des piétons qui empruntaient le trottoir le moins utilisé. Or, il a été déterminé que le nombre et l'emplacement des panneaux feraient en sorte qu'à chaque passage pour piétons, il y aurait un panneau situé dans le champ de vision des piétons. C'est pourquoi un éclairage auxiliaire n'a pas été jugé nécessaire.

6.2.4 Bilinguisme

Selon le lieu d'installation, tous les messages textuels doivent être rédigés dans l'une des deux langues officielles du Canada. Suivant des discussions avec le CDP, il a été déterminé que les expressions «Attention!» et «2 trains» constituaient des messages bilingues. De plus, le panneau de deuxième type devait comporter la mention «When Flashing» (et sa contrepartie française, «Quand les feux clignotent», pour les systèmes installés au Québec). Tous les autres éléments des panneaux seraient graphiques.

6.2.5 Exigences de sûreté intégrée

Il est proposé que le système d'AAAT soit alimenté par la même source que le système d'avertissement principal. Les exigences de sûreté intégrée qui s'appliquent au système principal doivent également s'appliquer au système d'AAAT. Par conséquent, le système d'AAAT doit rester désactivé sauf s'il est déclenché par l'arrivée d'un autre train.

En cas de panne du circuit de déclenchement ou du panneau, le système d'avertissement principal continuera d'avertir convenablement les piétons et autres usagers de la route.
Le système d'AAAT redémarrera automatiquement lorsque la communication aura repris.

6.3 TYPE 1 – PANNEAUX À DEL

Les caractéristiques fonctionnelles ci-après découlent des données recueillies au cours de l'inventaire des systèmes d'AAAT, des commentaires du CDP, des discussions avec les fournisseurs et les fabricants, d'un examen du *Manuel canadien de la signalisation routière*

(Association des transports du Canada, 1998), ainsi que des mesures prises sur le terrain concernant la visibilité des panneaux.

6.3.1 Contenu du panneau à l'approche d'un autre train

Lorsque le panneau se déclenche, le panneau à DEL clignote, montrant à tour de rôle deux trains et le message «ATTENTION!», «2 TRAINS», comme aux figures 6-2 et 6-3.

6.3.2 Contenu du panneau en dehors des périodes où «approche un autre train»

Il a été envisagé d'afficher sur le panneau à DEL des messages de sécurité ferroviaire en dehors des périodes où «approche un autre train». Il pourrait s'agir de messages textuels du genre «Regardez des deux côtés si un train arrive», «Un train approche» ou «Traversez prudemment».

Il est recommandé que le panneau à DEL soit «éteint» lorsqu'aucun «autre train» n'approche. Il ne porterait donc pas à confusion pour les piétons et autres usagers de la route, puisque le déclenchement du panneau en soi indiquerait l'approche d'un autre train. Par conséquent, les piétons ne seraient pas obligés de prendre connaissance du contenu du panneau avant de prendre une décision à savoir si la traversée est sûre, puisqu'un panneau activé signifierait automatiquement l'approche d'un autre train.

6.3.3 Installation et emplacement du panneau

Le panneau doit être placé à une hauteur d'environ 2,5 m au-dessus de la surface adjacente de circulation des piétons :

- il doit être clairement lisible à 30,5 m (100 pi) depuis les aires d'attente les plus probables/désignées pour piétons;
- le cône de vision doit offrir des angles de 70° à l'horizontale et de 40° à la verticale.

6.3.4 Dimensions du panneau

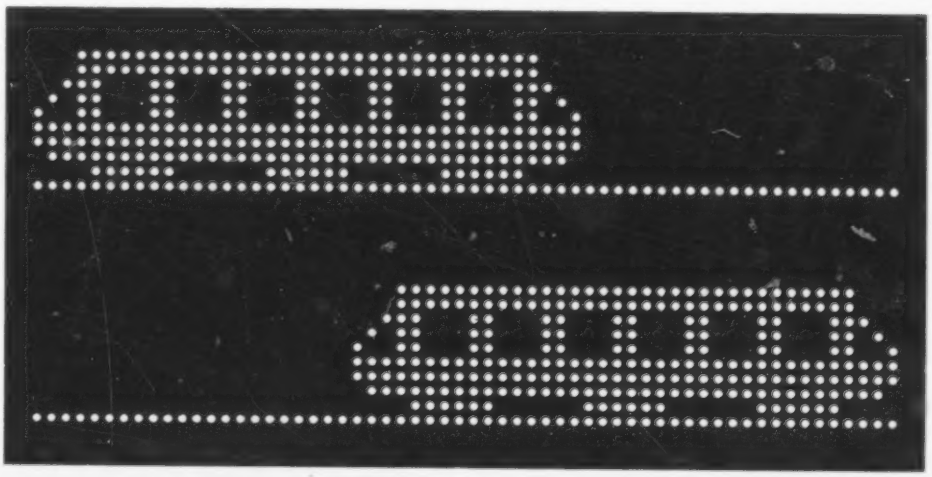
Selon le contenu, l'emplacement et la hauteur d'installation des panneaux décrits aux sections 6.2.1 à 6.3.3, ceux-ci doivent présenter les caractéristiques suivantes :

- Devant du panneau d'une largeur de 76,2 cm (30 po) et d'une hauteur de 38,1 cm (15 po).
- Technologie de DEL ambre de haute intensité à matrices de caractères discrètes de cinq (5) sur sept (7) pixels avec des lettres d'une hauteur de 8,26 cm (3,25 po). La lumière doit déborder d'un pixel à l'autre afin que l'observateur ne perçoive aucun écart entre les pixels.
- Affichage d'une matrice complète de (32 x 64) pixels, une DEL par pixel.
- Pixels de 0,635 cm (0,25 po) à pas de 1,21 cm (0,475 po).
- Système photodétecteur intégré assurant la commande automatique de la luminance de l'affichage en fonction du niveau de l'éclairage ambiant, la luminance étant graduée en un minimum de 15 niveaux garantissant une transition en douceur d'un niveau à l'autre.

Voir à la figure 6-4 la hauteur de pose recommandée.

IBI GROUP	Project Title: SYSTÈME D'AVERTISSEMENT DE L'APPROCHE D'UN AUTRE TRAIN AUX PASSAGES À NIVEAU (TRANSPORTS CANADA)	Project No.: 8480
Scale: N/A Date: 07/26/2001 Drawn: Y.G.	Drawing Title: PANNEAU D'AAAT DE TYPE 1 – AFFICHAGE A	Sheet No.: 2

Figure 6-2 Contenu du panneau de type 1 (message textuel)



IBI GROUP	Project Title: SYSTÈME D'AVERTISSEMENT DE L'APPROCHE D'UN AUTRE TRAIN AUX PASSAGES À NIVEAU (TRANSPORTS CANADA)	Project No.: 8480
Scale: N/A Date: 07/26/2001 Drawn: Y.G.	Drawing Title: PANNEAU D'AAAT DE TYPE 1 – AFFICHAGE B	Sheet No.: 3

Figure 6-3 Contenu du panneau de type 1 (représentation de trains)

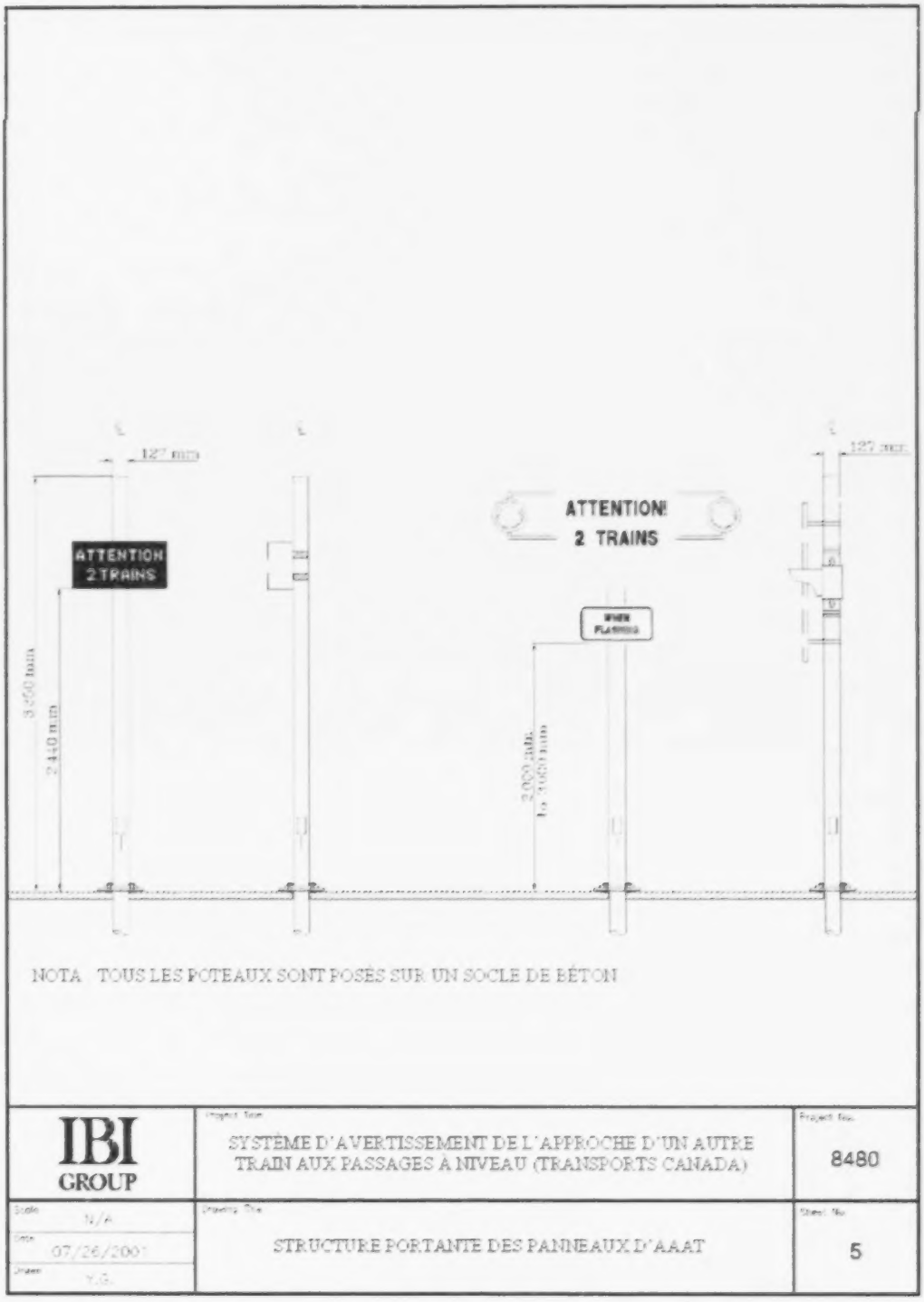


Figure 6-4 Montage des panneaux

6.3.5 Coût de fabrication

Un panneau d'AAAT de type 1 coûte environ 5 000 $. Ce coût préliminaire a servi de base pour déterminer le type de panneau à privilégier pour le site de l'essai pilote et pour le plan de déploiement subséquent.

6.4 TYPE 2 – PANNEAU À MESSAGE FIXE ET FEUX CLIGNOTANTS

Les caractéristiques fonctionnelles ci-après découlent des données recueillies au cours de l'inventaire des systèmes d'AAAT, des discussions avec les fournisseurs et les fabricants, et d'un examen du *Manuel d'uniformisation des éléments de contrôle de la circulation.*

6.4.1 Contenu et activation du panneau

Le panneau à message fixe doit afficher le message «ATTENTION!», «2 TRAINS», un indicateur secondaire précisant soit «Aux feux jaunes» pour les applications au Québec, soit «When Flashing» pour les applications à l'extérieur du Québec, comme l'illustre la figure 6-5. Précisons cependant qu'au cours de l'étude de la version française, le message «Quand les feux clignotent» a été retenu afin de refléter la terminologie normalement employée sur les panneaux au Québec (voir la section 17.4).

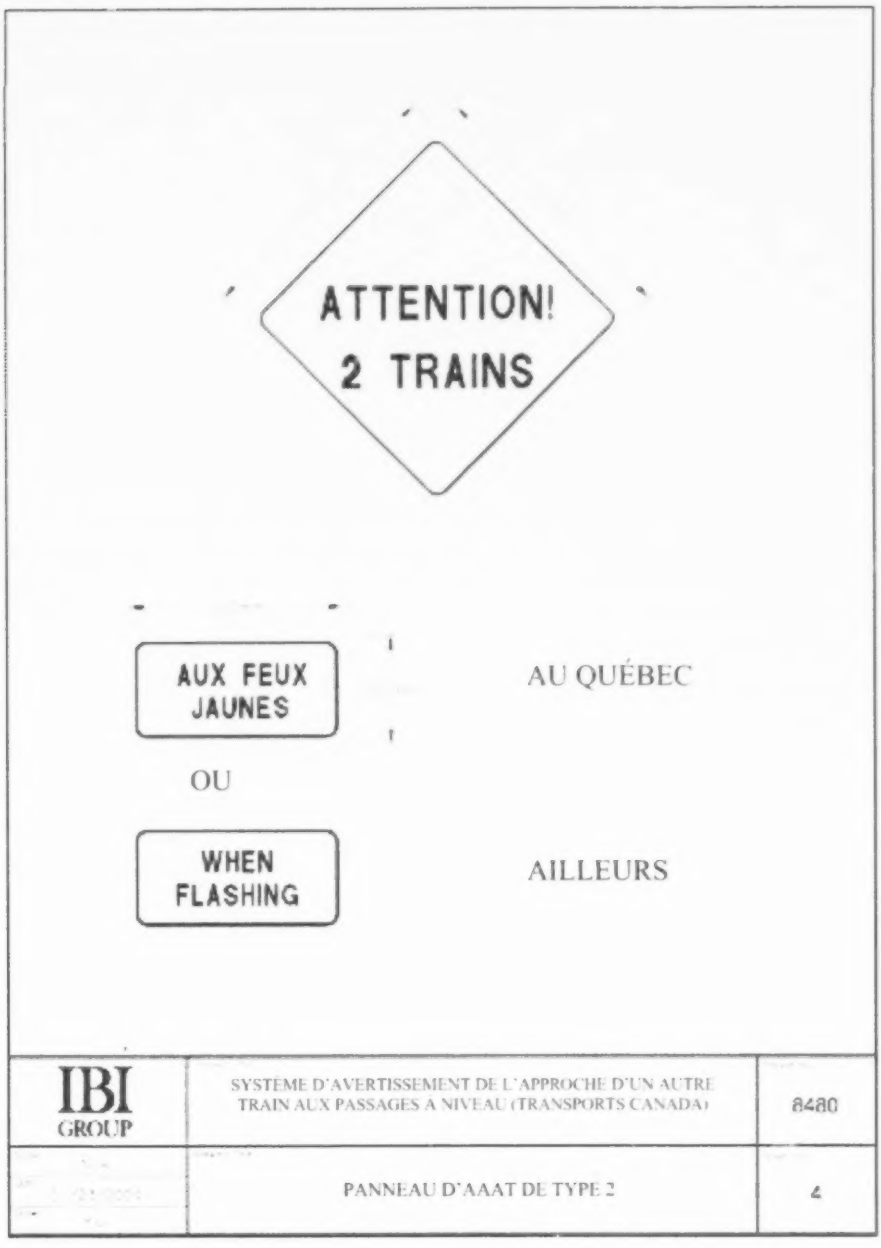


Figure 6-5 Contenu du panneau de type 2

Les clignotants doivent demeurer désactivés, sauf lorsqu'ils sont activés par l'approche d'un autre train (c.-à-d., par défaut, ils doivent rester désactivés).

6.4.2 Montage du panneau et emplacement

Le panneau doit être placé à une hauteur d'environ 2,0 à 3,0 m (6,5 à 10 pi) au-dessus de la surface adjacente de circulation des piétons :

- il doit être clairement lisible à 30,5 m (100 pi) depuis les aires d'attente les plus probables/désignées pour piétons;
- le cône de vision doit offrir des angles de 70° à l'horizontale et de 40° à la verticale.

La hauteur de pose recommandée est illustrée à la figure 6-4.

6.4.3 Dimensions du panneau et feux

Pour que le contenu défini à la section 6.4.1 puisse y être intégré, le panneau principal doit mesurer 750 mm (30 po) de côté, le panneau secondaire, 600 mm (24 po) sur 300 mm (12 po), et les caractères doivent être d'une hauteur conforme au document *Metric Edition Standard Alphabets for Highway Signs and Pavement Markings* (U.S. Department of Transportation) et aux lignes directrices de l'Association des transports du Canada (ATC) sur les panneaux d'avertissement.

Les feux clignotants doivent mesurer 200 mm (8 po) de diamètre et être installés de la façon décrite à la figure 6-4. Les feux doivent clignoter à une fréquence de 50 – 60 fois par minute, conformément aux lignes directrices de l'ATC sur les panneaux d'avertissement.

6.4.4 Coût de fabrication

Les panneaux d'avertissement de type 2, incluant les feux clignotants, coûtent environ 390 $ chacun. Cette estimation préliminaire du coût a motivé en partie la décision de recommander ce type de panneau pour l'essai pilote. Le coût réel des panneaux à message fixe et de leur installation sur le site de l'essai pilote est présenté à la section 14.5.

7. MODÈLE AVANTAGES-COÛTS D'ATTÉNUATION DES RISQUES

7.1 MODÈLE AVANTAGES-COÛTS

L'estimation des avantages et des coûts globaux constitue un facteur d'importance lorsqu'il s'agit de déterminer l'efficacité nette de la mise en service de systèmes d'AAAT. Une évaluation détaillée de la réduction des risques attribuable aux systèmes d'AAAT doit être menée pour en évaluer l'efficacité. Les résultats ainsi obtenus, combinés à une analyse des avantages et des coûts sociaux, permettront de connaître le rapport avantages-coûts de l'effet des systèmes d'AAAT, selon divers paramètres. Ces indicateurs fourniront des renseignements essentiels lorsque viendra le temps de prendre des décisions touchant la viabilité des systèmes d'AAAT en tant que contre-mesures économiques de réduction des collisions avec un autre train.

Il faut habituellement définir et mesurer en termes pécuniaires (de façon quantitative) les avantages et les coûts directs et indirects, pour élaborer un modèle avantages-coûts. Les coûts et les avantages sociaux sont ceux qui intéressent tout particulièrement la présente étude. Le tableau 7-1 comporte un résumé des avantages et des coûts liés à l'utilisation d'un système d'AAAT.

Il convient de reconnaître que certains des coûts et avantages associés à l'installation d'un système d'AAAT dépendent de la conception du système et d'activité ferroviaire au passage à niveau. Dans la mesure du possible, les coûts et avantages non liés à la conception du système et au site ont été quantifiés. La section 7.7 donne un exemple de la quantification des coûts et avantages associés au site.

Tableau 7-1 Avantages et coûts de la mise en oeuvre d'un système d'AAAT

Avantages	Coûts
• Réduction du nombre de collisions avec un autre train • Baisse du nombre de décès • Allègement du fardeau des services d'urgence • Allègement du fardeau du système de soins de santé • Retards évités • Augmentation des profits pour les sociétés ferroviaires • Réduction du nombre de litiges/réclamations d'assurance	• Coût en capital • Frais d'exploitation • Coûts d'entretien • Frais d'administration

7.1.1 Avantages

Un avantage social peut être défini comme un impact ou un résultat positif, direct ou indirect, résultant d'une activité ou d'un événement donné. Les avantages directs se mesurent et se rapportent directement à l'activité ou à l'événement. Les avantages indirects ne peuvent habituellement pas être quantifiés de façon précise ni attribués directement à une activité ou à un événement, mais y sont rattachés.

La réduction prévue des collisions avec un autre train et les économies sociales qui en découlent constituent le principal avantage direct à mesurer lors de la mise en service de systèmes d'AAAT

(p. ex., ressources qui ne sont pas consacrées aux soins de santé, aux services de police et d'urgence, ni affectées aux réclamations d'assurance et au règlement de litiges ou perdues en raison de retards, etc.). Une baisse du nombre de collisions est donc bénéfique en ce qu'elle permet d'éviter ces coûts sociaux. Les ressources ainsi épargnés peuvent être redistribuées ailleurs dans la société.

7.1.2 Coûts

Un coût peut être défini comme une dépense (p. ex., ressource, argent) réalisée pour acquérir une chose essentielle ou nécessaire. Il existe habituellement deux genres de coûts pour les mesures de sécurité routière/ferroviaire (systèmes d'AAAT), soit les coûts directs et indirects. Les coûts directs se mesurent et se rapportent directement à l'activité ou à l'événement. Les coûts indirects ne peuvent habituellement pas être quantifiés de façon précise ni attribués directement à une activité ou à un événement, mais y sont rattachés et sont répartis sur une base qualitative.

Les coûts directs des systèmes d'AAAT comprennent le coût d'achat, ainsi que les frais d'entretien, d'exploitation et d'administration. Il s'agit des principaux coûts à prendre en compte dans un modèle avantages-coûts.

7.2 BUT DU MODÈLE D'ÉVALUATION

Le but premier de l'évaluation consiste à déterminer l'avantage net du système d'AAAT lorsqu'il s'agit d'améliorer le degré de sécurité des piétons aux passages à niveau où surviennent des événements de type «autre train». Des méthodes d'analyse des risques sont utilisées pour calculer les indicateurs qui permettent d'évaluer la performance des systèmes d'AAAT mis en place depuis peu. Ainsi, lors d'incidents comportant un autre train, il convient de se poser les questions suivantes :

- La mise en oeuvre du système d'AAAT a-t-elle permis d'améliorer la sécurité?
- Dans quelle mesure le système d'AAAT permet-il d'améliorer la sécurité, le cas échéant?
- Les risques pour les piétons aux passages à niveau où se produisent des événements «autre train» ont-ils été atténués?

Pour répondre à ces questions, le modèle d'évaluation doit réaliser les quatre tâches suivantes :

1) Mesurer l'efficacité du système d'AAAT à réduire les collisions train-piéton aux passages à niveau (sections 7.4 et 7.5).
2) Évaluer la réduction potentielle du nombre de collisions avec un autre train à laquelle la mise en service d'un système d'AAAT peut donner lieu (section 7.3).
3) Évaluer les économies et les coûts sociaux liés à la mise en oeuvre d'un système d'AAAT (section 7.6).
4) Évaluer les avantages nets (analyse du rapport avantages-coûts) que permet d'envisager la mise en service d'un système d'AAAT (section 7.7).

7.3 INFRACTIONS ET COLLISIONS COMPORTANT UN «AUTRE TRAIN»

Idéalement, pour évaluer l'efficacité des systèmes d'AAAT, il faudrait, entre autres, savoir dans quelle mesure ils permettent de réduire le nombre de collisions avec un autre train. Cependant, ce

genre de collision survient très rarement. Au Canada, seulement 11 décès de piétons au cours de la période allant de 1988 à 1998 découlaient de collisions mettant en cause un autre train. Or, il est impossible d'évaluer l'efficacité des systèmes d'AAAT à partir des données sur les collisions, puisqu'il faudrait des années pour recueillir suffisamment de données pour procéder à une analyse de sécurité. Par conséquent, une mesure substitut s'impose : le nombre d'incidents comportant un autre train.

7.4 MODÈLES STATISTIQUES DE MESURE D'ATTÉNUATION DES RISQUES

Au cours des dernières années, les chercheurs ont adopté une approche plus dynamique pour déterminer la sécurité d'une entité, qu'il s'agisse d'un conducteur, d'un véhicule ou d'un point donné sur une route ou un chemin de fer. Des méthodes nouvelles et améliorées ont été mises au point afin de mesurer la «véritable» efficacité des interventions et contre-mesures, ainsi que la possibilité de définir les entités «non conformes» à risque élevé, pouvant nécessiter un traitement correctif.

Parmi les différentes méthodes à envisager, mentionnons :

- la méthode du groupe de référence (méthode GR);
- la méthode empirique de Bayes (méthode EB);
- la méthode d'analyse des risques.

Les sections 7.4.1 à 7.4.3 présentent un bref résumé de ces modèles. La section 7.4.4 présente les motifs qui ont mené au choix du modèle retenu.

7.4.1 Méthode GR

La méthode d'observation d'un groupe de référence (GR) «avant» et «après» repose sur les principes suivants :

Un groupe d'entités qui présentent des traits et des caractéristiques semblables à ceux des entités étudiées est déterminé et qualifié de «groupe de référence», et ces entités ne font l'objet d'aucune intervention. Les entités étudiées forment le «groupe expérimental». Il est tenu pour acquis que les modifications globales relevées au niveau de la sécurité, entre les périodes «avant» et «après», dans le groupe de référence correspondent à l'évolution à laquelle on aurait assisté au sein du groupe expérimental, si celui-ci n'avait fait l'objet d'aucune intervention. Il est ainsi possible d'établir le changement net observé sur le plan de la sécurité dans le groupe expérimental.

Quoique la méthode GR ait contribué à améliorer la capacité d'évaluer avec précision l'efficacité des interventions, elle a des limites. Tout d'abord, elle suppose que les nombreux facteurs qui influent sur la sécurité ont évolué, entre les périodes «avant» et «après», de la même façon pour le groupe expérimental et le groupe de référence. De plus, elle suppose que l'évolution de ces facteurs (non pris en compte) influe de la même manière sur la sécurité des deux groupes. Les possibilités limitées d'application de la méthode GR constituent un autre obstacle. Cette méthode est utile pour mesurer l'efficacité d'une intervention ou d'une contre-mesure, mais elle l'est moins pour repérer des entités «non conformes» ou «à risque élevé». Deux autres méthodes

mieux adaptées à ces problèmes ont été élaborées récemment, soit la méthode d'analyse des risques (Stewart, 1998) et la méthode empirique de Bayes (Hauer, 1997).

7.4.2 Méthode empirique de Bayes (EB)

La méthode EB repose sur l'utilisation de deux éléments d'information renfermant des indices sur la sécurité d'une entité, soit :

- l'historique des collisions de l'entité;
- l'historique des collisions d'autres entités présentant des traits et des caractéristiques semblables.

La méthode EB tient compte du biais de régression vers la moyenne. Il s'agit d'un phénomène selon lequel au bout d'un laps de temps, le nombre de collisions pour une entité donnée retournera à la moyenne pour des entités qui présentent des traits et des caractéristiques semblables. Les estimations que permet d'obtenir cette méthode sont plus précises que celles qui découlent des méthodes d'évaluation habituelles.

Le principe à la base de cette approche est qu'il existe une grande population de référence qui présente des traits et des caractéristiques semblables à ceux de l'entité étudiée. Cette population de référence est nécessaire pour mesurer «le degré de sécurité attendu de l'entité étudiée». Cela se fait mathématiquement en combinant l'historique de collisions de l'entité et l'historique de collisions/niveau attendu de sécurité des entités qui composent la population de référence.

7.4.3 Méthode d'analyse des risques

La méthode d'analyse des risques consiste à combiner les bases de données relatives à l'exposition au risque et aux conséquences (décès, blessures, collisions, infractions) afin de calculer des indicateurs de performance fondés sur le risque routier. Ces indicateurs de performance peuvent se comparer de plusieurs façons, soit par l'établissement de ratios de risques relatifs et de risques relatifs approchés. Ils peuvent servir à mesurer l'efficacité des interventions à réduire les risques liés à la route et à repérer les entités non conformes (comme l'emplacement des routes, les groupes d'usagers, les types de véhicules, etc.).

La méthode d'analyse des risques, au même titre que la méthode EB, permettra d'évaluer de façon objective l'efficacité des interventions et de déterminer les endroits «non conformes» où des mesures correctives s'imposent. Par la suite, un processus qualifié *d'analyse du réseau* permettra de définir les emplacements qui méritent une attention immédiate.

7.4.4 Méthode recommandée pour l'évaluation d'un système d'AAAT

L'étude n'a pas pour objet de surveiller un site expérimental et une série de sites témoins semblables, pour comparaison. L'inclusion de sites témoins vise à permettre une mesure des écarts globaux du niveau de sécurité entre la période «avant» et la période «après» la mise en œuvre d'un système d'AAAT. Ils mesurent les changements, sur le plan de la sécurité, qui seraient survenus dans le groupe expérimental (AAAT), s'il n'avait fait l'objet d'aucune intervention. ***Cette limite exclut le recours à la méthode GR pour évaluer l'efficacité des systèmes d'AAAT.***

La méthode EB exige des quantités importantes de données sur plusieurs emplacements pour établir la valeur attendue des conséquences (décès, blessures, collisions, infractions), si les systèmes d'AAAT n'étaient pas mis en œuvre. En l'occurrence, il faudrait recueillir les données sur au moins 60 passages à niveau, au cours d'une période minimale de cinq ans avant de procéder à la mise en oeuvre d'un système d'AAAT. Ces données sont nécessaires pour établir la valeur attendue des conséquences, si les systèmes d'AAAT n'étaient pas mis en œuvre. ***Par conséquent, il est impossible de recourir à la méthode EB pour évaluer l'efficacité des systèmes d'AAAT.***

Il est recommandé de faire appel à la méthode d'analyse des risques pour évaluer les systèmes d'AAAT. Compte tenu du plan de l'étude (aucun site témoin permettant de mesurer les changements relatifs du niveau de sécurité aux sites AAAT «avant» et «après» la mise en service du système), il est possible d'estimer les indicateurs de performance fondés sur le risque relatif (RR) pour déterminer les changements du niveau de sécurité observés aux passages à niveau entre les périodes «avant» et «après» la mise en service du système d'AAAT. La méthodologie pour estimer les RR est présentée à la section 7.5.

7.5 MÉTHODES D'ANALYSE DES RISQUES APPLIQUÉES AUX SYSTÈMES D'AAAT

7.5.1 Principe de base de l'indicateur de performance fondé sur le «risque relatif» lié à la route (RR^P)

Le principe de l'estimateur du «risque relatif de conduite routière» est de comparer le risque d'être impliqué dans un incident pour deux entités (ou groupes d'entités) qui utilisent le réseau routier. Le terme «relatif» est la clé du principe. Essentiellement, on calcule tout d'abord l'estimateur du «risque fondamental» de conduite routière pour les deux entités (ou groupes d'entités). On compare ensuite les deux indicateurs ainsi obtenus en formant un ratio avec eux (c'est-à-dire en les divisant l'un par l'autre). C'est ce qu'on appelle le risque relatif. Cette mesure – indicateur de performance fondé sur le risque relatif de conduite routière – indique le différentiel de niveau(x) de conduite routière (ou de niveau(x) de sécurité) entre les deux entités (ou groupes d'entités).

L'exemple ci-après servira à illustrer cette notion. Un nombre égal de conducteurs parcourent une distance égale sur deux routes distinctes pour se rendre à une même destination. La première route est droite et plane, les voies et l'accotement sont larges, le bord de la route est libre et la signalisation est adéquate. Quant à la deuxième route, elle est étroite et sinueuse. Des dénivellations importantes et des escarpements rocheux bordent un accotement étroit, sans garde-fou. Les deux routes présentent un certain risque, puisque le risque est indissociable de tout déplacement. Cependant, toutes choses étant égales, par ailleurs nous savons par intuition – et pouvons le mesurer – que la route sinueuse est beaucoup plus risquée. En divisant «l'estimateur du risque fondamental» d'une route par l'estimateur de l'autre, il est possible de déterminer le *risque relatif* des déplacements sur une route par rapport à l'autre.

L'annexe D résume le principe de base de l'indicateur de performance fondé sur le «risque relatif». Pour une explication détaillée du principe, on se reportera à Stewart (1998).

7.5.2 Calcul de RR^P

La formule mathématique qui sert à révéler un *différentiel de risque de conduite routière* entre les deux groupes d'entités étudiés, par exemple «groupe 1» (TG_1) et «groupe 2» (TG_2), est définie par l'équation (1).

$$RR^P(I|TG_{1:2}) = \frac{p(I|TG_1)}{p(E|TG_1)} \div \frac{p(I|TG_2)}{p(E|TG_2)} \qquad \text{(D-1)}$$

où

$RR^P(I\|TG_{1:2})$	est l'estimateur du différentiel de risque de conduite routière entre les groupes d'entités TG_1 et TG_2 (indicateur de performance proportionnel fondé sur le risque relatif de conduite routière);
$p(I\|TG_1)$	est la proportion des incidents (décès, blessures, collisions, infractions) pour le groupe 1;
$p(I\|TG_2)$	est la proportion des incidents (décès, blessures, collisions, infractions) pour le groupe 2;
$p(E\|TG_1)$	est la proportion de l'«exposition (au risque)» pour le groupe 1;
$p(E\|TG_2)$	est la proportion de l'«exposition (au risque)» pour le groupe 2.

Le groupe 1 correspond à la période qui suit la mise en oeuvre du correctif;

le groupe 2 correspond à la période qui précède la mise en oeuvre du correctif.

Pour des détails sur la précision et l'interprétation de ces indicateurs de performance de risque de conduite routière, référez-vous à Stewart (1998).

7.6 VARIABLES D'ENTRÉE DU MODÈLE AVANTAGES-COÛTS

Comme il a déjà été précisé, certaines variables d'entrée sont nécessaires pour mesurer l'efficacité des systèmes d'AAAT, évaluer les économies et coûts sociaux associés à leur mise en service, et établir le rapport avantages-coûts définitif.

Ainsi, il faut définir les divers paramètres des équations, soit le coût du système d'AAAT, le coût d'une collision, y compris la valeur d'une vie humaine, le coût du retard pour les personnes à bord d'un train de voyageurs, les coûts «wagon» associés au retard de trains de marchandises, le coût de l'organisation de services alternatifs de transport/des indemnités versées aux voyageurs, la perte de revenus pour les exploitants de trains de banlieue, le coût des services d'urgence, les coûts des consultations pour stress post-traumatique des membres de l'équipe de train, etc.

7.6.1 Coût du système d'AAAT

Voici les coûts associés à la mise en service d'un système d'AAAT :

- coût en capital (prix d'achat) d'un système d'AAAT, y compris les panneaux, les socles et les poteaux;
- coûts d'installation, y compris la mise en place des panneaux d'AAAT, des socles et des poteaux, et des éléments du système (circuit électronique et système d'alimentation électrique);
- frais d'exploitation et d'entretien pour toute la durée de vie du système, laquelle est évaluée à 15 ans, en supposant un temps d'activation limité.

Les coûts propres au site dépendront de l'emplacement et des facteurs suivants :

- géométrie et configuration du passage à niveau;
- conditions locales – nombre de trottoirs existants/utilisés;
- nombre de panneaux d'AAAT nécessaires, selon le nombre de trottoirs existants/utilisés;
- nécessité d'adapter l'installation au site et coûts de main-d'œuvre.

Pour ces raisons, il est impossible d'estimer le coût d'installation d'un système d'AAAT «type». On trouvera à la section 7.8 un exemple de calcul avantages-coûts pour le site proposé pour l'essai pilote, soit celui de l'avenue O'Brien, à Ville Saint-Laurent, Québec.

7.6.2 Coût social de la perte d'une vie humaine

Plusieurs montants peuvent être utilisés pour déterminer, en termes pécuniaires, ce que vaut la perte d'une vie humaine, selon la méthode d'estimation employée (p. ex., méthodes du capital humain, de la volonté de payer, et variantes de ces méthodes) ou la valeur que lui assigne un organisme donné. La somme de 1,5 million de dollars a été utilisée pour les besoins de la phase 1 de la présente étude; elle représente le coût social de la perte d'une vie humaine utilisé en 2001 par Transports Canada.

7.6.3 Retards de trains de voyageurs

Les trois exploitants de trains de banlieue ci-après ont été consultés sur le «coût du retard» d'un train de banlieue ou de voyageurs :

1) GO Transit;
2) Montrain – une division du CN;
3) VIA Rail.

De façon générale, il a été impossible de définir les coûts types d'une collision dans le cas d'un train de voyageurs, puisque ceux-ci dépendent des facteurs suivants :

- heure du jour et durée de l'interruption du service due à la collision train-piéton;
- mise en cause d'un train de marchandises ou non;
- services de consultation offerts au personnel du train pour stress ou traumatisme subi (et recours à une équipe de remplacement pour la fin du voyage);

- temps nécessaire au coroner pour arriver sur les lieux et permettre au train de poursuivre son trajet;
- au cours du retard, nombre de billets remboursés aux voyageurs ayant renoncé à poursuivre leur voyage et/ou coût d'organisation d'un autre moyen de transport pour les voyageurs;
- tout «rabais futur» ou prestation consenti pour compenser les retards.

GO Transit

Les coûts assumés par GO Transit à la suite d'une collision ayant entraîné la fermeture d'un passage à niveau sont généralement reliés à une perte de revenu. Dans bien des cas, il est peu pratique d'organiser un autre moyen de transport, pour les raisons suivantes :

- le nombre considérable de voyageurs à bord du train, ce qui rend difficile l'organisation d'un service alternatif de transport;
- l'endroit où le train a fait un arrêt d'urgence, qui permet rarement aux voyageurs de quitter le train en toute sécurité.

Dans la plupart des cas, les passagers de GO Transit restent à bord du train jusqu'à ce qu'il puisse poursuivre sa route. Le scénario du «pire cas» sur le plan des pertes de revenus et des coûts, est la suspension du service ferroviaire, qui obligerait GO Transit à interrompre ses activités. Les clients potentiels de GO Transit devraient alors chercher un autre moyen de transport. Selon la durée d'interruption du service, GO Transit pourrait devoir se priver des tarifs aller ou aller-retour des passagers qui paient au fur et à mesure (c'est le cas d'environ 55 % d'entre eux). Les détenteurs d'un laissez-passer mensuel n'ont droit à aucun remboursement dans un tel cas.

Montrain

Montrain n'a élaboré, pour Montréal, aucun modèle de coût pour les retards de trains de banlieue résultant d'une collision à un passage à niveau. Selon l'heure à laquelle la collision survient, le retard pourrait toucher un ou plusieurs trains de banlieue, de sorte que les frais engagés seraient attribuables aux facteurs suivants :

- perte de revenus pour les banlieusards;
- service alternatif d'autobus;
- coût des opérations ferroviaires;
- coût pour l'agence des transports;
- pénalités contractuelles (variables);
- dommages matériels (variables);
- services de corps policiers ou ambulanciers, etc. (variables).

VIA Rail

VIA Rail assume les frais généraux suivants lorsqu'un train subit un retard de courte durée :

- si le retard est inférieur à une heure, les voyageurs se voient offrir gratuitement à manger et à boire, à titre de compensation pour les inconvénients subis;

- si le retard dépasse une heure, les voyageurs se voient offrir d'autres services gratuits ainsi qu'un bon leur donnant droit à un rabais de 50 % sur leur prochain voyage. Ce scénario prévoit également le paiement des heures supplémentaires du personnel du train.

Si un train de VIA Rail est en cause dans une collision, cela peut aussi entraîner les coûts suivants :

- le conducteur et le personnel peuvent prendre un «congé pour traumatisme» et quitter le lieu de la collision;
- il faut alors faire appel à une autre équipe, et lui payer ses heures supplémentaires et ses frais de déplacement jusqu'au site;
- il pourrait aussi être nécessaire de noliser des autobus si le train est endommagé et ne peut poursuivre sa route.

Les représentants de VIA Rail ont précisé qu'aucune statistique ou donnée n'est habituellement compilée sur de tels incidents.

7.6.4 Coût du temps perdu pour les voyageurs

Le «coût du temps» appliqué aux voyageurs qui subissent un retard s'utilise habituellement lors d'évaluations de routes à péage et d'études sur l'impact de la congestion d'un système de transport. Cette valeur tient compte de la perte de «revenus potentiels» attribuable à un retard. Il est généralement admis que le temps d'une personne vaut en moyenne de dix à quinze dollars l'heure. Le premier montant est celui qui est habituellement utilisé pour les études sur les retards. C'est donc ce montant (10 $) qui a été retenu ici.

7.6.5 Retards de trains de marchandises

L'équipe de projet a communiqué avec des représentants du CN et du CP pour savoir si l'une ou l'autre de ces sociétés ferroviaires possédait des données sur les coûts associés à une collision à un passage à niveau. Les coûts directs assumés par la société n'ont pas été calculés, surtout parce que chaque collision a des répercussions différentes, selon :

- l'heure et la durée de la traversée du passage à niveau;
- le nombre de trains retardés, la durée totale de leur parcours, ainsi que la capacité du train de «compenser» le temps perdu avant la fin du voyage.

Le CN a précisé que dans une analyse de rentabilisation, la société n'accepte aucune réclamation qui excède 350 $/heure/train. Il a été reconnu que ce montant ne comprend pas nombre des coûts directs et indirects pour le chemin de fer. De même, le CP fait état d'un montant de 37 $/locomotive/heure.

7.6.6 Coûts des services d'urgence et frais de litige

Il n'existe à l'heure actuelle aucune documentation facilement accessible sur les coûts des services d'urgence et les frais de litige découlant de collisions à des passages à niveau. Ces données n'ont pas été incluses dans le rapport avantages-coûts.

7.7 APPLICATION DU MODÈLE AVANTAGES-COÛTS

7.7.1 Application de la méthodologie d'analyse des risques et du modèle d'analyse avantages-coûts pour évaluer l'efficacité des systèmes d'AAAT

Il est possible de faire appel à la méthodologie d'analyse des risques pour évaluer l'efficacité des systèmes d'AAAT, à condition de déterminer les données requises.

7.7.2 Données requises

Conséquences – Les collisions sont extrêmement rares. Ainsi, les conséquences seront les «infractions» commises par les piétons. Il faut connaître le nombre total de piétons qui commettent une infraction au passage à niveau «avant» et «après» la mise en service d'un système d'AAAT.

Exposition (au risque) – Il est nécessaire de connaître le nombre total de piétons (qu'ils commettent ou non des infractions) qui fréquentent le passage à niveau pendant les périodes «avant» et «après». Il suffit de soustraire de ce nombre les piétons qui commettent des infractions pour connaître le nombre de ceux qui n'en commettent pas.

7.7.3 Mesure de l'indicateur de performance fondé sur le risque relatif

Ces données sont inscrites dans les équations d'estimation du risque (décrites à la section 7.5.2) aux fins du calcul des indicateurs de performance fondés sur le risque relatif.

7.7.4 Efficacité des systèmes d'AAAT

Les estimateurs d'efficacité du système d'AAAT se calculent au moyen des indicateurs de performance fondés sur le risque relatif et de l'équation suivante :

$$EFF\ (AAAT) = (1 - RR^{P}) \times 100\ \%$$

où

EFF (AAAT) représente l'efficacité du système d'AAAT à réduire le nombre d'infractions;

RR^{P} représente l'indicateur de performance fondé sur le risque relatif de conduite routière (voir la section 7.5.1.).

7.7.5 Analyse avantages-coûts

Des analyses avantages-coûts seront menées afin de déterminer si le système d'AAAT peut constituer une contre-mesure économique de réduction du risque de collision entre un piéton et un deuxième train.

L'hypothèse sera posée que l'efficacité à réduire les collisions est directement proportionnelle à l'efficacité avec laquelle le système d'AAAT réduit les infractions. Autrement dit, ce rapport sera tenu linéaire, c'est-à-dire qu'une réduction de «X» % des infractions se traduira par une réduction de «X» % des collisions.

À partir de l'évaluation de l'efficacité, soit EFF (AAAT), on évaluera le nombre de collisions qui peuvent être évitées chaque année. On supposera de plus que toutes les collisions sont mortelles. En combinant les estimations du nombre de collisions évitables, les coûts sociaux d'une «perte de vie humaine» et les économies qui découlent de la réduction du nombre de collisions, il est possible d'évaluer les économies totales de coûts sociaux attribuables à la réduction du nombre de collisions par suite de la mise en oeuvre d'un système d'AAAT. Ces estimateurs sont ensuite comparés aux coûts d'installation d'un système d'AAAT (c.-à-d. coût en capital, frais d'exploitation et d'entretien) par la formation d'un rapport avantages-coûts. Mathématiquement :

$$\text{Rapport avantages-coûts} = \frac{\text{Économies totales de coûts sociaux attribuables à la réduction du nombre de collisions}}{\text{Coût en capital + frais d'exploitation + frais d'entretien du système d'AAAT}}$$

Après avoir évalué ces montants, il est possible d'estimer le temps au bout duquel les avantages excèdent les coûts d'installation, ce qui devrait permettre de prendre une décision éclairée sur l'efficacité globale des systèmes d'AAAT en tant que contre-mesures pour réduire les collisions avec un autre train.

7.8 EXEMPLE CONCRET

Le calcul suivant constitue un exemple concret des avantages-coûts de la mise en service d'un système d'AAAT sur une ligne de banlieue, soit la ligne Deux-Montagnes au Québec. Ce calcul ne sert qu'à illustrer le principe. Pour le calcul des avantages-coûts de l'installation pilote, voir la section 14.

7.8.1 Calcul de l'indicateur de performance fondé sur le risque relatif

L'indicateur de performance fondé sur le risque relatif (RR^P) est normalement établi à partir de données recueillies «avant» et «après». Le RR^P permet d'évaluer l'efficacité d'un système d'AAAT à réduire les infractions à un passage à niveau donné. Comme ces données empiriques n'ont pas encore été recueillies à un site d'essai au Canada, pour les besoins de cet exemple, l'estimateur RR^P sera basé sur les résultats de deux études réalisées aux États-Unis :

- «Second Train Coming Warning Sign Demonstration Project», (MMTA et Sabra Wang & Associates, 1999)

- «Second Train Coming Warning Sign Demonstration Project», (Khawani, non daté).

Les valeurs de RR^P pour les périodes de 0 à 30 jours et de 31 à 60 jours qui ont suivi l'installation du système d'AAAT au Maryland étaient de 0,44 et 0,00 respectivement. Selon la moyenne de ces résultats (0,22), le risque qu'un piéton commette une infraction à un passage à niveau lors du passage d'un autre train et ce, alors qu'aucun système d'AAAT n'est en place, est d'environ cinq fois supérieur à ce qu'il serait si un système d'AAAT était installé. De même, l'étude réalisée à Los Angeles a révélé que le risque qu'un piéton commette une infraction à un passage à niveau qui n'est pas muni d'un système d'AAAT était aussi environ cinq fois supérieur à ce qu'il serait à un passage à niveau muni d'un tel système ($RR^P = 0,22$). Puisque ces deux études (réalisées dans des États américains différents) ont produit des résultats cohérents, cela donne confiance dans l'utilisation d'un **estimateur RR^P de 0,22 dans cet exemple**.

7.8.2 Efficacité des systèmes d'AAAT

Après avoir calculé un estimateur de RR^P, il est possible d'établir une mesure de l'efficacité des systèmes d'AAAT, comme suit :

$$\begin{aligned} EFF\ (AAAT) &= (1 - RR^P) \times 100\ \% \\ &= (1 - 0,22) \times 100\ \% \\ &= 78\ \% \end{aligned}$$

Par conséquent, l'efficacité des systèmes d'AAAT est d'environ 78 %. Autrement dit, «on peut s'attendre à ce que la mise en service de systèmes d'AAAT permette de réduire de 78 % les infractions commises par des piétons aux passages à niveau».

7.8.3 Analyse avantages-coûts

Il est maintenant possible de déterminer si les systèmes d'AAAT constituent une mesure économique pour réduire le risque de collision entre un piéton et un autre train.

Hypothèse : L'efficacité des systèmes d'AAAT à réduire les infractions est directement proportionnelle à l'efficacité avec laquelle ils permettent de réduire les collisions. Autrement dit, une réduction de 78 % du nombre d'infractions se traduira par une réduction de 78 % des collisions – la relation entre la réduction du nombre d'infractions et de collisions est supposée linéaire.

a) Estimateur des collisions avec un autre train évitables

Une valeur d'EFF (AAAT) de 78 % permet de calculer l'estimateur du «nombre attendu de décès de piétons attribuables à des collisions avec un autre train évitables chaque année à un passage à niveau» (CÉ/passage à niveau/année).

Cet exemple ne tient compte que de la réduction du nombre de décès, puisqu'il faut s'attendre à ce que la plupart des collisions, sinon toutes, entraînent le décès du piéton. De plus, étant donné que les coûts sociaux attribués à un décès (1,5 million de dollars) sont d'environ 130 fois supérieurs à ceux d'une blessure (11 800 $), l'omission des incidents avec blessures ne devrait pas avoir d'effet significatif sur les résultats finals.

Comme il est mentionné à la section 7.3 du présent rapport, 11 décès de piétons ont été dénombrés au Canada en 11 ans, soit entre 1988 et 1998, par suite de collisions mettant en cause un autre train. Or, il existe au Canada environ 255 passages à niveau qui présentent un risque de collision avec un autre train. On peut donc poser ce qui suit :

11/ 255 = 0,043 décès par passage à niveau sur une période de 11 ans;

0,043 / 11 = **0,004 décès par passage à niveau par année.**

Comme l'estimateur de EFF (AAAT) est de 78 %, pour obtenir le nombre de collisions piéton-train qui peuvent être évitées par année et par passage à niveau (CÉ/passage à niveau/année) grâce à la mise en oeuvre d'un système d'AAAT, il faut effectuer le calcul suivant :

CÉ/passage à niveau/année = 0,78 * 0,004
= **0,003 collision par passage à niveau par année.**

b) <u>Économies de coûts sociaux</u>

Le coût social d'une vie humaine étant de 1,5 million de dollars, l'économie de coûts sociaux (ECS) obtenue est de :

ECS = 0,003 * 1 500 000 $
= **4 500 $ par passage à niveau par année.**

c) <u>Économies de coûts associés aux collisions</u>

Plusieurs facteurs entrent en ligne de compte lorsqu'il s'agit de calculer les coûts directs d'une collision entre un piéton et un train. En l'absence de données sur le coût «global» d'une collision, le cas ci-après est utilisé à titre d'exemple de collision au passage à niveau de l'avenue O'Brien :

- soit une collision se répercutant sur le déplacement et l'horaire de 10 000 voyageurs (l'équivalent de 10 trains de banlieue);
- supposons que les voyageurs/voyageurs potentiels subissent un retard d'une heure. Cette heure représente le temps dont ces personnes auront besoin pour trouver un autre moyen de transport ou le temps que prendra l'exploitant du train de banlieue pour organiser un moyen de transport alternatif (10 $/heure * 10 000 = 100 000 $);
- les coûts assumés par l'exploitant du train de banlieue pour la perte de passagers payants ou pour l'organisation d'un service d'autobus pour transporter les autres passagers. On suppose un coût de 10 $ par passager pour le service d'autobus ou les «revenus perdus» (100 000 $);
- services d'urgence (variables);
- coût du «traumatisme» subi par le personnel du train et recours à d'autres employés (variables);
- pénalités contractuelles et dommages matériels (variables).

Comme on le voit ci-dessus, plusieurs facteurs doivent être envisagés lorsqu'il s'agit d'estimer les coûts totaux d'une collision entre un piéton et un train. L'exemple ci-dessus est donné à titre indicatif et pour démontrer les étapes à suivre pour mettre en application un modèle avantages-

coûts. Advenant le cas où d'autres coûts et des montants plus précis étaient déterminés, ils seraient ajoutés au coût total d'une collision.

Après avoir cerné les catégories de coûts attribuables à une collision et défini leurs valeurs respectives, il convient de les additionner afin de connaître le coût total estimatif associé à la collision (CTC), pour chaque collision avec un autre train. Dans cet exemple, pour les données établies, on a :

CTC = 100 000 $ + 100 000 $
= **200 000 $ par collision avec un autre train**

Puisqu'il est prévu que la mise en service d'un système d'AAAT permettra d'éviter chaque année 0,003 collision par passage à niveau, les économies totales par collision (ETC) s'établissent à :

ETC = CÉ/passage à niveau/année * CTC
= 0,003 * 200 000 $
≈ **600 $ par passage à niveau par année**

d) <u>Économies totales de coûts sociaux attribuables à la réduction du nombre de collisions</u>

L'addition des économies de coûts sociaux (ECS) et des économies totales de coûts associés aux collisions (ETC) en b) et c) ci-dessus, donne une estimation des économies totales (ETCS) résultant de la baisse du nombre de collisions, comme suit :

ETCS = ECS + ETC
= 4 500 $ + 600 $
= **5 100 $ par passage à niveau par année**

e) <u>Coût en capital d'un système d'AAAT</u>

Le principal coût initial de mise en oeuvre d'un système d'AAAT à un passage à niveau est le coût d'achat des panneaux. Le coût d'achat de quatre panneaux d'AAAT de type 1 et de quatre panneaux de type 2 (y compris les poteaux et les socles) a été évalué à environ **27 000 $ et 7 700 $ par passage à niveau**, respectivement.

f) <u>Coût d'installation du système d'AAAT</u>

Un autre coût majeur est le coût d'installation (CI) du système d'AAAT, qui comprend non seulement le montage des quatre panneaux d'AAAT par passage à niveau, mais également les éléments du système (poteaux et socles), le circuit électronique et l'alimentation électrique. Le **CI estimatif total est de 50 000 $ par passage à niveau.**

g) <u>Frais d'exploitation et d'entretien d'un système d'AAAT</u>

Pour que le système d'AAAT soit bien entretenu et qu'il fonctionne efficacement en tout temps, il est prévu qu'il devra faire l'objet d'une intervention d'entretien courant et d'une intervention

d'entretien d'urgence par année. Chacune de ces interventions est évaluée à environ 1 000 $. Par conséquent, le coût total d'exploitation et d'entretien (CE) devrait être d'environ 2 000 $ par passage à niveau par année.

h) Coûts totaux d'installation, d'exploitation et d'entretien du système d'AAAT

D'après les conversations avec des fournisseurs/fabricants de panneaux, la «durée de vie utile» d'un système d'AAAT sera d'environ 15 ans. Pour cette raison, une période d'analyse de 15 ans a été retenue.

Pour connaître les coûts totaux d'installation, d'exploitation et d'entretien d'un système d'AAAT (CTAAAT) au cours de la première année de sa mise en service, il faut faire la somme des coûts en e), f) et g) ci-dessus, ce qui donne les montants présentés au tableau 7-2.

Tableau 7-2 Coûts des systèmes d'AAAT de types 1 et 2

Coûts	Système d'AAAT de type 1		Système d'AAAT de type 2	
	Année 1	Années 2 à 15	Année 1	Années 2 à 15
Matériel	27 000 $	0 $	7 700 $	0 $
Installation	50 000 $	0 $	50 000 $	0 $
Entretien	2 000 $	2 000 $	2 000 $	2 000 $

i) Rapport avantages-coûts (ETCS/CTAAAT)

Après avoir défini et estimé toutes les économies de coûts sociaux (attribuables à la réduction attendue du nombre de collisions suivant la mise en oeuvre d'un système d'AAAT) et les coûts de mise en oeuvre d'un système d'AAAT, il est possible de comparer les avantages aux coûts liés à l'installation du système. Pour le calcul du rapport avantages-coûts (A/C) du système, tous les coûts et avantages annuels sont convertis en valeurs actualisées (VA), à l'aide d'un taux d'actualisation de 6 % :

$$A/C = VA_{avantages}/VA_{coûts}$$

Le tableau 7-3 contient un résumé de la valeur actualisée des coûts et avantages, ainsi que le rapport avantages-coûts associé à chaque type de panneau d'AAAT.

Tableau 7-3 Calcul du rapport avantages-coûts lié à la mise en œuvre d'un système d'AAAT type		
Valeur	**Système d'AAAT de type 1**	**Système d'AAAT de type 2**
VA des coûts	92 065 $	73 860 $
VA des avantages	49 530 $	49 530 $
Rapport avantages-coûts	0,54	0,67

Dans le scénario ci-dessus, le rapport avantages-coûts est inférieur à 1,0 pour la mise en service de l'un ou l'autre des systèmes d'AAAT. Pour franchir la barre du 1,0, les avantages (outre les 1,5 million de dollars pour le «coût d'une vie» et les 200 000 $ pour le «coût d'une collision») devraient être augmentés de :

- 800 000 $ pour les panneaux de type 1;
- 1 500 000 $ pour les panneaux de type 2.

Nota : Le calcul et les résultats ci-dessus ne sont donnés qu'à titre indicatif. Voir à la section 14 le calcul du rapport avantages-coûts réel pour l'installation de l'essai pilote.

8. GENÈSE DU CHOIX DE L'EMPLACEMENT POUR L'ESSAI PILOTE

8.1 CHOIX DE L'EMPLACEMENT POUR L'ESSAI PILOTE

Au terme de la phase 1, il a été recommandé, pour le projet pilote, d'installer des panneaux d'AAAT à message fixe et feux clignotants (désignés panneaux de type 2) au passage à niveau de l'avenue O'Brien sur la ligne Deux-Montagnes.

Ce passage à niveau est situé à l'intersection d'une route à quatre voies et de deux voies ferrées électrifiées. Des trottoirs bordent l'avenue O'Brien des deux côtés et environ 400 piétons les empruntent chaque jour, au cours des huit heures de période de pointe. Les deux trottoirs sont utilisés, mais la majorité des piétons (environ 75 %) empruntent celui du côté ouest de la route.

Des piétons étaient présents au passage à niveau lors de 15 des 31 arrivées de trains consignées au cours de l'inspection d'une durée de huit heures. Le tableau 8-1 présente un résumé des infractions commises.

Tableau 8-1 Résumé des infractions – Passage à niveau de l'avenue O'Brien, ligne Deux-Montagnes 9 août 2001 (inspection d'une durée de 8 heures)

Heure	Direction du train	AAT	Type d'infraction
8 h 01	Est	Non	Un piéton a traversé pendant que le système était activé.
8 h 04	Ouest	Non	Un piéton a traversé pendant que le système était activé.
11 h 06	Est	Non	Un cycliste a traversé pendant que le système était activé.
13 h 22	Est	Non	Un cycliste a traversé pendant que le système était activé.

Environ 56 trains empruntent chaque jour la ligne de trains de banlieue Deux-Montagnes. Au cours des huit heures d'observation de la circulation piétonnière et ferroviaire du 9 août 2001, aucun événement de type «autre train» n'a été relevé, mais l'horaire des trains, et les «quasi-événements 'autre train'» survenus au cours de ces observations sur le terrain, portent à croire qu'il pourrait y avoir une moyenne d'un à trois événements «autre train» chaque jour à cet endroit.

8.2 CONTENU ET EMPLACEMENT DES PANNEAUX

À la fin de la phase 1, il a été recommandé de déterminer définitivement le contenu des panneaux en faisant un sondage auprès des usagers du train sur leur compréhension des panneaux. Le personnel du Groupe IBI, aidé des employés de Transports Canada, a donc réalisé un sondage d'une journée. Le plan et les résultats du sondage sont présentés à la partie 10.

Comme les piétons franchissent le passage à niveau des côtés est et ouest, il a été proposé d'installer quatre panneaux, qui puissent être visibles depuis les quatre quadrants de l'intersection.

8.3 SYSTÈME DE SURVEILLANCE

Le système de surveillance doit comporter deux caméras placées des côtés est et ouest du passage à niveau, sur l'emprise ferroviaire. Ces caméras seront orientées et configurées de façon à observer le comportement des piétons dans les quatre aires d'attente à proximité de la voie ferrée. Le schéma proposé pour le système de l'avenue O'Brien est présenté à la figure 8-1.

8.4 INTERVENANTS

Trois intervenants se sont trouvés concernés par l'essai pilote au passage niveau de l'avenue O'Brien.

8.4.1 Administration ferroviaire

La ligne Deux-Montagnes est administrée par le CN. Des autorisations ont dû être obtenues pour installer un système d'AAAT (conduits, poteaux, armoires, câbles d'alimentation, de vidéo et de mise à la terre) sur l'emprise ferroviaire. Le personnel du CN a préparé les dessins des circuits de signalisation, à la demande du Groupe IBI, pour indiquer les connexions nécessaires entre le système d'AAAT et le système d'avertissement principal.

De plus, le personnel du CN a procédé à l'installation complète du système d'AAAT, y compris de l'équipement de surveillance. La partie 11 présente un résumé de l'installation et de la mise en service du système.

8.4.2 Service de trains de banlieue

Montrain, une division du CN, est l'exploitant du service de trains de banlieue. Le système pour l'essai pilote ne se trouvait pas à proximité d'une gare de train de banlieue, et son installation ou son exploitation ne devaient pas influer sur le service ferroviaire au passage à niveau de l'avenue O'Brien. Malgré tout, Le Groupe IBI est resté en contact avec Montrain du début à la fin du projet pilote.

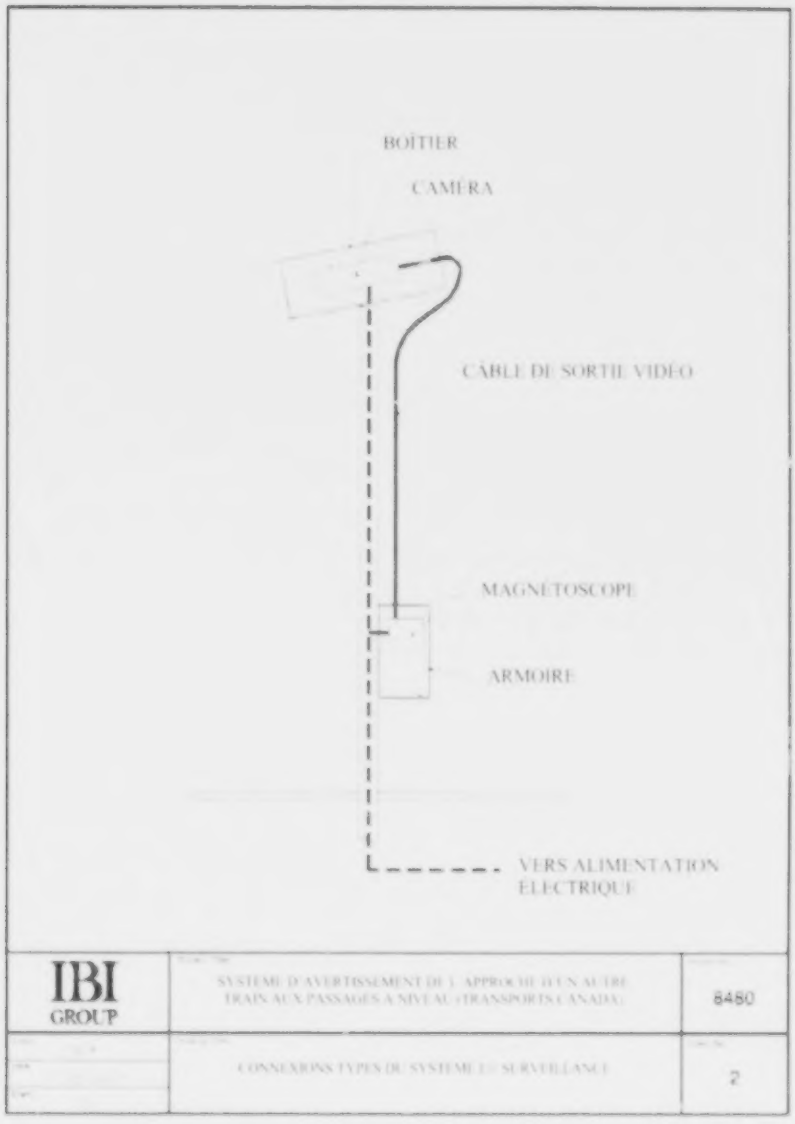


Figure 8-1 Essai pilote de l'avenue O'Brien – Schéma du système de surveillance

8.4.3 Administration routière

L'avenue O'Brien est située sur le territoire de Ville Saint-Laurent. La municipalité a exigé des permis/autorisations d'empiéter pour ce qui suit :

- Éléments du système d'AAAT suspendus au-dessus ou installés sur l'emprise routière municipale. Des demandes ont été présentées à Dominique Brault, du service des travaux publics de Ville Saint-Laurent.

- Fermeture de la route ou de voies aux fins des travaux d'installation et d'entretien. Pour obtenir les autorisations nécessaires, une lettre a été envoyée à la direction générale de Ville Saint-Laurent, laquelle exposait ce qui suit :
  - la nature des travaux à effectuer;
  - les répercussions des travaux sur la circulation routière;
  - le type de fermeture.
- La Ville a confirmé qu'elle ne percevait pas de problème concernant le respect de la vie privée des piétons et des automobilistes, en raison de la nature et de l'emplacement de l'équipement qui allait être installé et des renseignements qui allaient être consignés lors de l'examen des rubans par l'équipe de consultants. La résolution du comité exécutif de Ville Saint-Laurent est présentée à l'annexe E.

8.5 COLLECTE DE DONNÉES «AVANT»

8.5.1 Données nécessaires

Comme il est mentionné à la partie 7, les collisions ferroviaires – et plus particulièrement les collisions avec un autre train – sont relativement rares comparativement aux collisions qui surviennent dans d'autres moyens de transport (p. ex., collisions entre véhicules automobiles à une intersection routière). On ne peut donc pas s'attendre à des résultats statistiquement significatifs d'une étude «avant-après» d'un système d'AAAT.

Il est proposé d'adopter une mesure substitut des collisions, soit le **potentiel de collision** résultant de comportements à risque de la part des piétons lors d'événements de type «autre train». Des définitions précises d'un «comportement à risque» ont été établies pour les études «avant» et «après» et elles sont données aux parties 12 et 13.

8.5.2 Périodes de collecte de données «avant» et «après»

Les études antérieures consacrées aux systèmes d'AAAT, réalisées au Maryland et à Los Angeles, ont mis en évidence une réduction globale d'environ 78 % du nombre d'infractions. Il a été posé comme hypothèse qu'une réduction semblable des infractions serait observée au site étudié.

Étant donné un taux d'infraction existant de 26,7 % et une réduction prévue de 78 % du nombre d'infractions, le tableau 8-2 présente un résumé du nombre des observations nécessaires pour déterminer l'efficacité d'un système d'AAAT, à un niveau de confiance de 85 %, 90 % et 95 %. Selon les valeurs présentées au tableau 8-2, on suppose que la vraie valeur du taux d'infraction résultant se situe dans un intervalle de 15 % autour de la différence entre les taux «avant» et «après», c'est-à-dire, selon la première ligne du tableau, qu'il faudrait effectuer en tout 988 observations pour être assuré à 95 % que le nombre d'infractions est passé de 26,7 % à 5,8 %, +/- 3,1 %. Cet intervalle de 3,1 % s'obtient en multipliant 15 % par (26,7 % – 5,8 %).

Tableau 8-2 Nombre d'observations «avant» et «après» nécessaires		
Niveau de confiance	**Nombre total d'observations nécessaires**	**Nombre d'observations nécessaires au cours de chacune des périodes «avant» et «après»**
95 %	988	494
90 %	700	350
85 %	533	267

Le niveau de confiance de 95 % a été jugé acceptable pour que l'essai pilote envisagé soit fiable.

9. PORTÉE DE LA PHASE 2

La deuxième phase de l'étude a consisté à installer un système d'AAAT à un site d'essai pilote et à en évaluer l'efficacité. Voici un bref résumé des tâches exécutées au cours de cette phase.

- **Sondage sur la compréhension des panneaux** – Sondage mené auprès de piétons afin de s'assurer que la majorité des gens allaient comprendre le contenu des panneaux d'AAAT à message fixe proposés.
- **Installation, mise en service et activation du système d'AAAT** – Installation du système d'AAAT, y compris des panneaux, des feux et de l'équipement de surveillance vidéo, au lieu de l'essai pilote, soit au passage à niveau de l'avenue O'Brien, sur la ligne Deux-Montagnes du CN.
- **Collecte et analyse de données «avant»** – Collecte du nombre nécessaire d'observations piéton-train pour déterminer le taux d'infraction «avant».
- **Collecte et analyse de données «après»** – Collecte du nombre nécessaire d'observations piéton-train pour déterminer le taux d'infraction «après».
- **Évaluation des avantages-coûts de l'atténuation des risques par un système d'AAAT** – Détermination de l'efficacité du système d'AAAT, à partir d'une évaluation avantages-coûts de l'atténuation des risques.

Chacun de ces éléments est résumé aux parties 10 à 14.

10. SONDAGE SUR LA COMPRÉHENSION DES PANNEAUX

10.1 PRÉPARATION DU SONDAGE

Un sondage a été réalisé pour garantir que la majorité des gens allaient comprendre les panneaux d'AAAT à message fixe proposés. Ce sondage s'est déroulé à la gare centrale de Montréal. Deux panneaux étaient présentés au public, dans les deux langues officielles :

- Panneau A – Brève présentation du sondage : sondage réalisé pour Transports Canada en marge d'une initiative concernant la sécurité ferroviaire, qui comprend un questionnaire d'une durée de deux minutes.
- Panneau B – Photographie agrandie d'un passage à niveau type équipé d'un panneau d'AAAT. On demandait au répondant de se «mettre dans la peau» d'un piéton qui tente de traverser le passage à niveau. Un train vient tout juste de passer et le système d'avertissement est toujours activé.

Des employés du Groupe IBI et de Transports Canada posaient les questions suivantes :

1) «En tant que piéton arrêté au passage à niveau (panneau B), à quoi vous attendez-vous si les feux du panneau avertisseur jaune se mettent à clignoter?»
2) Si la réponse à la question 1 ne mentionnait pas l'arrivée/le passage d'un deuxième train, on expliquait au répondant la signification du panneau, puis on lui posait la question suivante : «Quelles modifications apporteriez-vous au panneau pour qu'il signale aux piétons l'arrivée imminente d'un autre train?»

Les employés du Groupe IBI et de Transports Canada ont compilé les réponses au sondage.

10.2 RÉALISATION DU SONDAGE

Le sondage sur la compréhension des panneaux s'est déroulé à Montréal le 25 avril 2002. Outre les réponses au scénario d'approche d'un autre train décrit à la section 10.1, les employés du Groupe IBI et de Transports Canada ont recueilli des données démographiques générales sur les répondants (sexe, âge approximatif, langue d'usage).

10.3 RÉSULTATS DU SONDAGE

La figure 10-1 est un résumé des données démographiques sur les participants au sondage et des réponses recueillies.

Voici les deux principaux commentaires exprimés par les répondants qui n'ont pas compris le panneau :

1) Les feux clignotants devraient être rouges plutôt que jaunes. Le rouge signifie habituellement qu'on doit «s'arrêter» ou qu'il existe une interdiction.
2) Il faudrait installer des barrières.

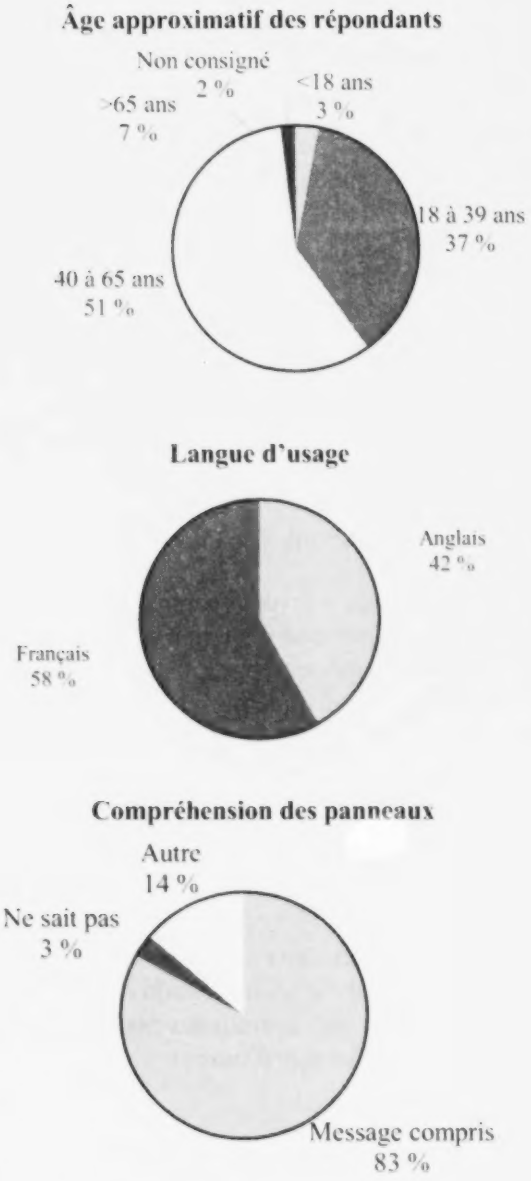


Figure 10-1 Réponses au sondage

Le sondage a clairement démontré que le contenu des panneaux d'AAAT était approprié pour l'essai pilote au passage à niveau de l'avenue O'Brien. Les recommandations des participants qui ne comprenaient pas le panneau n'ont pas été retenues pour les raisons suivantes :

- Le système d'AAAT n'est pas conçu comme un dispositif de réglementation, mais plutôt comme un dispositif d'avertissement supplémentaire. Dans un tel cas, des feux clignotants jaunes sont appropriés.

- Un obstacle physique, comme une barrière pour piétons, ne transmettrait pas l'information supplémentaire à savoir qu'un autre train arrive au passage à niveau. Autrement dit, il ne donnerait aucun avertissement de plus que celui que donne déjà le système d'avertissement principal.

11. INSTALLATION, MISE EN SERVICE ET ACTIVATION DU SYSTÈME D'AAAT

11.1 INSTALLATION

Le système d'AAAT, y compris les panneaux, les feux et l'équipement d'enregistrement vidéo, a été installé en octobre et au début de novembre 2002. Le personnel du CN a procédé à l'installation complète, aux termes d'un contrat avec Le Groupe IBI. La figure 11-1 présente quelques photos de l'installation du système d'AAAT.

Installation des poteaux

Installation des câbles

Installation des feux

Équipement de vidéosurveillance installé

Figure 11-1 Installation du système d'AAAT

11.2 MISE EN SERVICE

Le 21 novembre 2002, le système d'AAAT a été mis en service au passage à niveau de l'avenue O'Brien, sur la ligne Deux-Montagnes du CN, à Ville Saint-Laurent, Québec.

Les personnes suivantes étaient présentes :

1) Anthony Napoli – Centre de développement des transports, Transports Canada;
2) René Turgeon – Surface, région du Québec, Transports Canada;
3) Gaëtan Provost – CN;
4) Équipe de travail constituée de deux employés du CN;
5) Ian Nelson – Le Groupe IBI.

Le tableau 11-1 énumère les tâches exécutées au cours de la mise en service.

Tableau 11-1 Tâches exécutées au cours de la mise en service du système d'AAAT

Tâche	**Description**
Réglage des caméras	Les quatre caméras ont été réglées de façon que tous les points de passage des piétons puissent être observés.
Réglage des lentilles	La distance focale des lentilles a été réglée de façon à obtenir une image optimale des déplacements des piétons.
Durée d'enregistrement	Il a été déterminé qu'une durée d'enregistrement de deux minutes à partir du début de l'enregistrement donnait amplement le temps d'observer les piétons avant et après le passage d'un train.
Vitesse d'enregistrement	Une vitesse d'enregistrement de 18 heures a été retenue. Cette vitesse permet une durée d'enregistrement plus longue et produit un enregistrement de qualité.
Affichage de l'heure et de la date	Le système a été réglé de façon que l'heure et la date apparaissent sur toutes les bandes vidéo.
Essai de fonctionnalité	Le passage d'un train a été simulé une fois les panneaux, les feux clignotants, les caméras et les magnétoscopes en fonction. Tout l'équipement a bien fonctionné. L'arrivée simultanée d'un deuxième train n'a pas été simulée le même jour, mais le personnel du CN a affirmé avoir procédé à un essai concluant le mardi 12 novembre 2002.
Envoi de bandes vidéo	Le Groupe IBI a fait parvenir douze bandes vidéo Sony T-160 à Anthony Napoli.
Entreposage des panneaux d'AAAT	Il a été vérifié que tous les panneaux d'aluminium étaient entreposés en sécurité dans la guérite de signalisation du CN.
Employés désignés	Anthony Napoli a accepté de remplacer les bandes vidéo. Gaëtan Provost du CN sera la personne-ressource à joindre s'il était nécessaire de procéder à des réglages de l'équipement.

Le système d'enregistrement vidéo a été réglé pour se déclencher en présence d'un ou de plusieurs trains, de façon à permettre l'enregistrement d'observations, et d'infractions pour la période d'analyse «avant». La justification de cette logique d'activation est donnée à la partie 12.

11.3 ACTIVATION

Le système d'AAAT a été activé de façon à être pleinement fonctionnel en mars 2003, après la collecte des données «avant». Les panneaux d'avertissement ont été installés et les feux clignotants ont été découverts. La logique d'activation a été modifiée de façon que les panneaux et le système d'enregistrement vidéo ne se déclenchent que lors d'événements de type «autre train». Les résultats de l'étude «après» sont présentés à la partie 13.

12. COLLECTE ET ANALYSE DES DONNÉES «AVANT»

12.1 CONTEXTE

Les données «avant» ont été recueillies par enregistrement vidéo du passage à niveau au cours de la période de deux mois allant du 21 novembre 2002 au 19 janvier 2003. Les bandes ont ensuite été visionnées et les «incidents piéton-train» ont été relevés. Un «incident piéton-train» se produisait chaque fois qu'«un train (ou parfois deux[1]) traversait le passage à niveau de l'avenue O'Brien sur la ligne Deux-Montagnes du CN, alors que le système d'avertissement était activé et qu'au moins un piéton se trouvait dans la zone protégée par le système d'avertissement».

Au total, 20 bandes vidéo couvrant la période du 21 novembre 2002 au 19 janvier 2003 ont fait l'objet d'un examen approfondi. Cet examen avait pour objectif de déterminer et de documenter le nombre total d'«infractions», ou empiétements, et de «non-infractions», ou non-empiétements, par des piétons et des cyclistes, au passage à niveau de l'avenue O'Brien, au cours d'un «incident piéton-train».

12.2 DÉMARCHE ANALYTIQUE

12.2.1 Définitions

Chacun des «incidents piéton-train» a été repéré sur les bandes vidéo, puis examiné attentivement. Le but était de déterminer si le piéton (ou le cycliste) «empiétait» ou non sur le passage à niveau. Les bandes vidéo ont permis de déterminer et de documenter ce qui suit :

- si une observation devait être incluse dans l'analyse finale;
- si la personne (ou les personnes) «empiétait» ou «n'empiétait pas» sur le passage à niveau pendant que le système d'avertissement était activé.

Les définitions suivantes ont été élaborées pour les besoins de l'analyse des données «avant» :

- **Observation** – Une personne incluse dans l'analyse aux fins de déterminer ultérieurement si elle «empiétait» ou «n'empiétait pas» sur le passage à niveau est définie comme «une personne qui est arrivée à la hauteur des barrières du système d'avertissement pendant que celui-ci est activé».
- **Infraction (ou empiétement)** – Une infraction (ou un empiétement) est commise lorsqu'«une personne empiète sur l'emprise ferroviaire (c.-à-d. toute la zone comprise entre les barrières du système d'avertissement) pendant que le système d'avertissement est activé».

12.2.2 Méthode d'enregistrement de données

Une base de données ACCESS a été créée pour le stockage et l'analyse des données. Pour documenter tous les cas d'empiétement et de non-empiétement, une colonne a été créée, pour l'inscription des renseignements pertinents. Pour déterminer si une personne avait commis ou

[1] Il convient de noter qu'il a été décidé d'enregistrer les observations correspondant au passage d'un ou de deux trains pendant la période d'activation, pour accélérer la collecte des données «avant». Les estimateurs finals de l'efficacité du système d'AAAT ne devraient pas s'en trouver touchés, car les piétons et les cyclistes ne peuvent, sans système d'AAAT, déterminer si l'avertissement concerne un ou deux trains.

non une infraction, on avait recours aux définitions des termes «observation» et «infraction (ou empiétement)» ci-dessus. Les 1 870 observations que renferme actuellement la base de données ACCESS ont été codées comme suit :

- **«V»** – infraction (empiétement);
- **«NV»** – non-infraction (non-empiétement);
- **«N/A (s.o.)»** – l'observation n'est pas un «incident piéton-train».

Un certain nombre de cyclistes ont également été captés sur bande vidéo et observés. Il a donc été décidé de préciser si l'observation concernait un piéton ou un cycliste. Cette information a été inscrite dans la partie «commentaires» de l'enregistrement.

Pour certaines observations, il n'a pas été possible de déterminer si la personne empiétait ou non sur le passage à niveau, parce que les images captées ne permettaient pas de bien voir ce qui s'était passé, le temps d'enregistrement était trop court, etc. Toutes les observations pour lesquelles il a été impossible de déterminer de façon concluante si la personne empiétait ou non sur le passage à niveau ont été codées «**N/A**» et elles seront exclues de l'analyse finale lorsque viendra le temps de fusionner les données «avant» et les données «après», pour évaluer l'efficacité des panneaux d'AAAT.

Au-delà des grands critères mentionnés ci-dessus, il a parfois fallu prendre une décision à savoir si une observation devait ou non être considérée comme une infraction. Par exemple, que dire d'un enfant qui marche loin devant un adulte et empiète sur le passage à niveau? Ou encore, d'un enfant qui tient un adulte par la main ou qui se trouve dans une voiturette poussée par un adulte qui empiète sur le passage à niveau? Il fallait déterminer si l'on devait compter deux infractions ou une seule. Le critère ci-après a été adopté pour statuer sur les nombreuses situations de ce genre :

«Une personne est comptée au nombre des observations s'il semble qu'elle peut choisir ou décider librement pour elle-même de respecter la signalisation au passage à niveau.»

Enfin, certains enregistrements renfermaient plus d'une observation (c. à-d. qu'ils portaient sur plus d'une personne). Dans bien des cas, il pouvait y avoir deux ou trois personnes (observations), voire plus, au sujet desquelles inscrire des résultats. On notait alors le nombre de personnes en infraction (qui empiétaient) et de celles qui n'étaient pas en infraction. Le nombre total de toutes les personnes considérées «en infraction» et «non en infraction» est inscrit entre parenthèses dans la colonne «*Violation*» (infraction) de la base de données ACCESS.

Cette méthode d'enregistrement des données a permis de calculer séparément le nombre total d'«empiétements» et de «non-empiétements» de piétons et de cyclistes sur le passage à niveau de l'avenue O'Brien entre le 21 novembre 2002 et le 19 janvier 2003.

12.3 RÉSULTATS

Les tableaux 12-1, 12-2 et 12-3 présentent un résumé des résultats de l'examen des bandes vidéo 1 à 20 couvrant la période du 21 novembre 2002 au 19 janvier 2003. Les données sur les piétons et les cyclistes sont d'abord présentées séparément, puis combinées.

12.3.1 Infractions commises par des piétons

Les infractions commises par des piétons sont présentées au tableau 12-1. En tout, 1 813 piétons ont été captés sur bande vidéo.

Tableau 12-1 Observations de piétons

Observations de piétons	Nombre	Pourcentage
Empiétements	**1 500**	**82,7 %**
Non-empiétements	247	13,6 %
Observations non pertinentes	66	3,7 %
Nombre total de piétons observés	**1 813**	**100,0 %**

Soixante-six observations (3,7 %) n'étaient pas des «incidents piéton-train» et devront donc être exclues lorsque seront combinées les données «avant» et les données «après» aux fins de l'évaluation de l'efficacité du système d'AAAT.

La principale constatation est que 82,7 % des piétons ont commis une infraction au passage à niveau pendant un «incident piéton-train», alors que seulement 13,6 % ont respecté le système d'avertissement existant. Hormis les 66 observations qui ne se rapportent pas à des «incidents piéton-train», la valeur finale du nombre de piétons qui ont commis une infraction au passage à niveau pendant un «incident piéton-train» est de 86,1 %.

12.3.2 Infractions commises par des cyclistes

Les infractions commises par des cyclistes sont présentées au tableau 12-2. Les bandes vidéo contenaient au total 57 «incidents cycliste-train».

Tableau 12-2 Observations de cyclistes

Observations de cyclistes	Nombre	Pourcentage
Empiétements	**53**	**93,0 %**
Non-empiétements	4	7,0 %
Observations non pertinentes	0	0,0 %
Nombre total de cyclistes observés	**57**	**100,0 %**

Quatre-vingt-treize pour cent (93 %) des cyclistes n'ont pas respecté le système d'avertissement existant.

12.3.3 Nombre total d'infractions

Le nombre total d'observations d'«incidents personne-train» (piétons et cyclistes compris) enregistrées sur bande vidéo entre le 21 novembre 2002 et le 19 janvier 2003 au passage à niveau de l'avenue O'Brien est présenté au tableau 12-3.

Tableau 12-3 Observations totales (cyclistes et piétons)		
Observations des usagers de la route	**Nombre**	**Pourcentage**
Empiétements	**1 553**	**83,1 %**
Non-empiétements	251	13,4 %
Observations non pertinentes	66	3,5 %
Nombre total d'observations	**1 870**	**100,0 %**

En tout, 1 870 observations ont été enregistrées sur bande vidéo. De ce nombre, 66 n'étaient pas des «incidents personne-train»; il restait donc 1 804 «incidents personne-train» valides.

Le nombre total d'infractions s'est élevé à 1 553 sur 1 804 (soit 86,1 %). Cette valeur représente l'estimation finale du nombre des infractions commises pendant la période «avant», qui servira à évaluer l'efficacité du système d'AAAT.

Les limites de l'intervalle de confiance situé de part et d'autre de cet estimateur sont de 84,5 % et de 87,7 %, dans 95 % des cas, pour 1 804 «incidents personne-train» captés sur bande vidéo.

13. COLLECTE ET ANALYSE DES DONNÉES «APRÈS»

Comme il est mentionné à la section 11.3, c'est au mois de mars 2003 qu'a eu lieu la mise en service du système d'AAAT au passage à niveau de l'avenue O'Brien sur la ligne Deux-Montagnes du CN. La phase d'analyse «après» a couvert la période au cours de laquelle le système d'avertissement était entièrement fonctionnel. Les observations ont été faites entre le 21 mars 2003 et le 2 octobre 2003.

Les données recueillies sur bande vidéo concernaient les cas d'arrivée d'un autre train au passage à niveau, au cours de cette période de six mois et demi. Les bandes ont ensuite été visionnées et les «incidents piéton-train» ont été relevés. En l'occurrence, un «incident piéton-train» se produisait chaque fois que «deux trains traversaient le passage à niveau de l'avenue O'Brien en sens opposé alors que le système d'AAAT était activé et qu'au moins un piéton se trouvait dans la zone protégée par le système d'avertissement».

Au total, 24 bandes vidéo couvrant la période d'observation «après» ont été examinées. Cet examen avait pour but de déterminer le nombre total d'«empiétements» et de «non-empiétements» de piétons et de cyclistes sur le passage à niveau de l'avenue O'Brien, au cours d'un «incident piéton-train».

13.1 DÉMARCHE ANALYTIQUE

La démarche analytique employée pour déterminer si un piéton (ou un cycliste) avait empiété sur le passage à niveau pendant que le système d'AAAT était activé est identique à celle utilisée pour évaluer les données «avant» (voir la partie 12).

Comme c'était le cas pour l'analyse des données «avant», chacun des «incidents piéton-train» relevés sur les bandes vidéo a été examiné minutieusement pour déterminer si le piéton (ou le cycliste) avait commis une infraction, autrement dit s'il avait empiété sur le passage à niveau.

13.2 RÉSULTATS

Les tableaux 13-1, 13-2 et 13-3 présentent un résumé des résultats de l'examen des données «après» fait sur les bandes vidéo 25 à 48, couvrant la période du 21 mars 2003 au 2 octobre 2003. Sont aussi présentés les résultats de l'analyse des données «avant», décrite à la partie 12, à des fins de comparaison.

13.2.1 Infractions commises par des piétons

Les infractions commises par des piétons sont présentées au tableau 13-1. En tout, 448 piétons ont été observés au cours de la période «après».

Tableau 13-1 Observations de piétons et infractions				
Observations	**«Avant»**		**«Après»**	
	Nombre	**Pourcentage**	**Nombre**	**Pourcentage**
Empiétements	1 500	82,7 %	137	30,6 %
Non-empiétements	247	13,6 %	311	69,4 %
Observations non pertinentes	66	3,7 %	0	0,0 %
Nombre total de piétons observés	1 813	100,0 %	448	100,0 %

Principale constatation : 30,6 % des piétons empiétaient sur le passage à niveau pendant un «incident piéton-train», avec un système d'AAAT en place, ce qui constitue une amélioration considérable sur les 86,1 % qui empiétaient sur le passage à niveau au cours de la période «avant» (sans système AAAT).

Cela représente une diminution de plus de 64 % du nombre d'infractions par des piétons au cours de la période «après» (avec système d'AAAT) comparativement à la période «avant» (sans système d'AAAT).

13.2.2 Infractions commises par des cyclistes

Les infractions commises par des cyclistes sont présentées au tableau 13-2. En tout, 61 «incidents cycliste-train» ont été observés au cours de la période «après».

Tableau 13-2 Observations de cyclistes et infractions				
Observations	**«Avant»**		**«Après»**	
	Nombre	**Pourcentage**	**Nombre**	**Pourcentage**
Empiétements	53	93,0 %	20	32,8 %
Non-empiétements	4	7,0 %	41	67,2 %
Observations non pertinentes	0	0,0 %	0	0,0 %
Nombre total de cyclistes observés	57	100,0 %	61	100,0 %

Seulement 32,8 % des cyclistes ont empiété sur le passage à niveau après la mise en place du système d'AAAT, comparativement à 93,0 % de tous les cyclistes, lorsqu'aucun système de ce genre n'était encore installé.

Cela représente une diminution de plus de 64 % du nombre d'empiétements par des cyclistes au cours de la période «après» (avec système d'AAAT) comparativement à la période «avant» (sans système d'AAAT).

13.2.3 Nombre total d'infractions

Le nombre total d'observations d'«incidents personne-train» (piétons et cyclistes compris) enregistrés sur bande vidéo durant la période d'analyse «après» est présenté au tableau 13-3.

Tableau 13-3 Observations et infractions totales

Observations	«Avant»		«Après»	
	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
Empiétements	1 553	83,1 %	157	30,8 %
Non-empiétements	251	13,4 %	352	69,2 %
Observations non pertinentes	66	3,5 %	0	0,0 %
Total	1 870	100,0 %	509	100,0 %

Le nombre total d'infractions s'est élevé à 157 sur 509 (30,8 %) avec le système d'AAAT en place, comparativement à 1 553 sur 1 804 ou 86,1 %, (sans compter 66 observations non pertinentes) sans le système d'AAAT (comme on l'a vu dans la présentation des résultats «avant»).

En tout, 509 observations «après» ont été enregistrées sur bande vidéo avec le système d'AAAT en place.

Les limites de l'intervalle de confiance situé de part et d'autre de ces estimateurs, pour un niveau de confiance de 95 %, sont les suivantes :

- **(26,8 %, 34,8 %)** pour les données «après», ce qui signifie que le pourcentage des infractions se situera entre 26,8 % et 34,8 %, dans 95 cas sur 100, pour au moins 509 «incidents personne-train» captés sur bande vidéo;
- **(84,5 %, 87,7 %)** pour les données «avant», ce qui signifie que le pourcentage des infractions se situera entre 84,5 % et 87,7 %, dans 95 cas sur 100, pour au moins 1 804 «incidents personne-train» captés sur bande vidéo.

Les limites de l'intervalle de confiance, pour un niveau de confiance de 95 %, situé de part et d'autre des estimateurs dérivés des données «avant» et «après» constituent une preuve convaincante que le pourcentage des infractions est significativement moindre, sur le plan statistique, lorsqu'il y a un système d'AAAT en place que lorsqu'il n'y en a pas.

Ces résultats indiquent **une diminution de plus de 64 % du nombre total d'infractions** (attribuables aux piétons et aux cyclistes) avec le système d'AAAT en place.

14. ÉVALUATION DES AVANTAGES-COÛTS DE L'ATTÉNUATION DES RISQUES PAR UN SYSTÈME D'AAAT

L'évaluation avantages-coûts de l'atténuation des risques vise principalement à déterminer l'avantage net que procure le système d'AAAT, soit son efficacité à accroître la sécurité des piétons aux passages à niveau où surviennent des événements de type «autre train».

Une fois établie l'efficacité du système d'AAAT au site pilote de l'avenue O'Brien, une analyse avantages-coûts de l'installation de systèmes de ce genre à d'autres passages à niveau a été réalisée, en supposant une efficacité partout semblable sur le plan de la sécurité.

14.1 AVANTAGES ET COÛTS

Pour élaborer un modèle avantages-coûts, il faut habituellement définir et mesurer en termes pécuniaires (de façon quantitative) les avantages et les coûts directs et indirects d'une intervention. Les coûts et les avantages «sociaux» sont ceux qui intéressent tout particulièrement la présente étude. Le tableau 14-1 comporte un résumé des avantages et des coûts liés à l'utilisation d'un système d'AAAT.

Tableau 14-1 Avantages et coûts de la mise en oeuvre d'un système d'AAAT

Avantages	Coûts
• Réduction du nombre de collisions avec un autre train • Baisse du nombre de décès • Allègement du fardeau des services d'urgence • Allègement du fardeau du système de soins de santé • Retards évités • Augmentation de profits pour les sociétés ferroviaires • Réduction du nombre de litiges/réclamations d'assurance	• Coût en capital • Frais d'exploitation • Coûts d'entretien • Frais d'administration

14.2 ESTIMATION DES COÛTS D'UNE COLLISION

Les **coûts directs** d'une collision avec un autre train dépendent de plusieurs variables. Voici une liste partielle des éléments à prendre en compte dans le calcul de ces coûts :

- importance des dommages à la propriété;
- frais médicaux;
- coûts des services d'urgence;
- retards – marchandises, passagers du train, usagers de la route (selon la nature du service ferroviaire interrompu);
- frais administratifs et juridiques.

Outre ces coûts directs, une **estimation des coûts globaux** doit tenir compte des pertes de revenus, de la perte de production intérieure, des traumatismes subis et de la perte de qualité de vie.

14.2.1 Hypothèses

L'ouvrage intitulé *The Economics of Railroad Safety* (Savage, 1998) évalue à 3,15 millions $US l'ensemble des coûts sociaux moyens imputables à une collision mortelle entre un train et un véhicule aux États-Unis. Cette valeur, établie en 1998, est la transposition du coût social total moyen d'une collision mortelle établi en 1988 à 2,39 millions $US dans *The Costs of Highway Crashes* (Miller et coll., 1991).

Transports Canada a établi que le coût social d'une collision mortelle s'élevait à 2,0 millions $CAN en 2003. Il s'agit d'ailleurs du montant qui a servi au calcul avantages-coûts ci-après. Nous y avons ajouté la somme de 230 000 $ en coûts directs associés aux retards subis par les voyageurs, aux coûts assumés par la société ferroviaire et aux services d'urgence. L'échelle de valeur relative est conforme aux coûts directs «moyens» de 128 495 $US (en dollars de 1988) évoqués dans *The Costs of Highway Crashes*.

14.2.2 Autres facteurs à prendre en compte dans le calcul des coûts

La section 14.4 présente une estimation des économies totales de coûts sociaux associées à la prévention d'une collision avec un autre train sur une ligne importante de trains de banlieue, qui aurait causé un décès. D'autres facteurs peuvent aussi être pris en compte dans le calcul des coûts directs, soit :

- le retard subi par les usagers de la route lorsque la collision survient sur une route très achalandée ou une grande artère;
- les coûts engendrés par le retard de marchandises lorsque la collision survient sur une ligne principale de transport de marchandises;
- les autres coûts associés au transport ou au retard de matières dangereuses.

14.3 ESTIMATEUR DES COLLISIONS AVEC UN AUTRE TRAIN ÉVITABLES

Une valeur d'EFF (AAAT) de 64,38 % permet de calculer l'estimateur du «nombre attendu de décès de piétons attribuables à des collisions avec un autre train évitables chaque année à un passage à niveau» (CÉ/passage à niveau/année). Les limites de l'intervalle de confiance de part et d'autre de cet estimateur de l'efficacité du système d'AAAT, pour un niveau de confiance de 95 %, sont de 49,06 % et 75,10 %.

En reprenant les hypothèses posées à la section 7.8.3, ce calcul ne tient compte que de la réduction du nombre de décès, puisqu'on s'attend à ce que toutes les collisions entraînent le décès du piéton. De plus, les coûts sociaux d'un décès sont de loin supérieurs à ceux d'une blessure. Par conséquent, l'omission des cas de blessure du cadre de l'analyse ne devrait pas avoir une grande incidence sur les résultats finals.

Comme il est mentionné à la section 7.3, au Canada, seulement 11 décès de piétons au cours de la période allant de 1988 à 1998 découlaient de collisions mettant en cause un autre train. Or, il existe au Canada environ 255 passages à niveau qui présentent un risque de collision avec un autre train, autrement dit, une probabilité de 0,043 décès par passage à niveau sur une période de 11 ans (11 décès/255 sites), soit **0,004 décès par passage à niveau par année** (0,043 décès par passage à niveau/11 ans).

Comme les limites de l'intervalle de confiance de part et d'autre de l'estimateur de l'efficacité du système d'AAAT sont de 49,06 % et 75,10 %, pour un niveau de confiance de 95 %, la formule ci-après permet de calculer le nombre de collisions piéton-train qui peuvent être évitées chaque année à chaque passage à niveau (CÉ/passage à niveau/année) par la mise en oeuvre d'un système d'AAAT :

$$0{,}4906 * 0{,}004 < \textbf{Estimation CÉ/passage à niveau/année} > 0{,}7510 * 0{,}004,$$

ou

$$0{,}00192 < \textbf{Estimation CÉ/passage à niveau/année} > 0{,}00295$$

14.4 ÉCONOMIES TOTALES DE COÛTS SOCIAUX

Les économies totales de coûts sociaux sont la somme des économies de coûts sociaux associés à la «vie humaine» et des économies de coûts directs attribuables aux collisions piéton-train évitées. Le tableau 14-2 présente une estimation des coûts d'une collision «type» entre un piéton et un train à un passage à niveau qui perturberait le transport et l'horaire de 10 000 banlieusards (l'équivalent de 10 trains de banlieue), ainsi qu'une estimation des économies de coûts sociaux par passage à niveau par année.

Tableau 14-2 Économies totales de coûts sociaux par collision évitée				
Économies de coûts	**Description**	**Coût estimatif**	**Économies de coûts sociaux par passage à niveau par année[1]**	
			Limite de confiance inférieure, niveau de confiance de 95 %	**Limite de confiance supérieure, niveau de confiance de 95 %**
Économies de coûts sociaux en «vies humaines»	2,0 millions $/décès[2]	2 millions $	**3 847,84 $**	**5 890,20 $**
Retard subi par les voyageurs	10 000 voyageurs retardés d'une heure à 10 $/heure	100 000 $		
Activités du service de trains de banlieue	Organisation d'un moyen de transport alternatif à 10 $/voyageur	100 000 $		
Services d'urgence	Variables – supposons 10 000 $/collision	10 000 $		
Traumatismes subis par l'équipe et recours à une nouvelle équipe	Variables – supposons 10 000 $/collision	10 000 $		
Pénalités contractuelles et dommages matériels	Variables – supposons 10 000 $/collision	10 000 $		
	Total partiel	230 000 $	**442,50 $**	**677,37 $**
Économies totales de coûts sociaux par passage à niveau par année			***4 290,35 $***	***6 567,57 $***

Remarques :

(1) Selon les coûts unitaires d'une collision type à un passage à niveau, multipliés par le nombre de collisions piéton-train qu'un système d'AAAT permet de prévenir à un passage à niveau chaque année, calculés d'après la méthode présentée à la section 14.3.

(2) Les économies de coûts sociaux correspondant à la valeur d'une «vie humaine» ont été mises à jour depuis l'analyse de la phase 1. Ce montant, qui était de 1,5 million $ par décès a été porté à 2,0 millions $, soit la valeur attribuée à ce concept par Transports Canada en 2003.

14.5 COÛT EN CAPITAL D'UN SYSTÈME D'AAAT

Le coût en capital associé à l'installation d'un système d'AAAT a été évalué à partir des coûts de l'installation au site du projet pilote de l'avenue O'Brien.

Les coûts en matériel au site de l'essai pilote se sont élevés à 20 519,34 $, et les coûts de main-d'œuvre, à 44 273,41 $, pour des coûts d'installation totaux de 64 792,75 $. Les coûts d'entretien sont évalués à environ 2 000 $ par année. Ces coûts ne tiennent pas compte des coûts d'achat et d'installation du matériel de surveillance vidéo, lequel ne ferait pas partie d'une installation type de système d'AAAT. Le tableau 14-3 présente un sommaire des coûts initiaux et des coûts annuels associés à l'installation d'un système d'avertissement à panneaux à message fixe.

Tableau 14-3 Coût en capital d'un système d'AAAT

Poste	Année 1	Années 2 à 15
Matériel	20 519,34 $	0 $
Installation	44 273,41 $	0 $
Entretien	2 000 $	2 000 $
Remarque : Ces données s'appliquent à l'installation de panneaux à message fixe de type 2.		

14.6 RAPPORT AVANTAGES-COÛTS

Après avoir défini et estimé toutes les économies de coûts sociaux (attribuables à la réduction attendue du nombre de collisions après la mise en oeuvre d'un système d'AAAT) et les coûts de mise en oeuvre d'un système d'AAAT, il est possible de comparer les avantages aux coûts liés à l'installation et à l'entretien du système. Pour le calcul du rapport avantages-coûts (A/C) du système, tous les coûts et avantages annuels sont convertis en valeurs actualisées (VA), à l'aide d'un taux d'actualisation de 6 % :

$$A/C = VA_{avantages}/VA_{coûts}$$

Le tableau 14-4 contient un résumé de la valeur actualisée (VA) des coûts et avantages, ainsi que le rapport avantages-coûts associé au panneau d'AAAT à message fixe de type 2.

Tableau 14-4 Rapport avantages-coûts de la mise en service d'un système d'AAAT

Panneau à message fixe de type 2	Valeur estimative pour un cycle de vie de 15 ans	
	Limite de confiance inférieure, niveau de confiance de 95 %	Limite de confiance supérieure, niveau de confiance de 95 %
VA des coûts	80 549,73 $	80 549,73 $
VA des avantages	41 668,90 $	63 785,86 $
Rapport avantages-coûts	0,52	0,79

Dans le scénario ci-dessus, le rapport avantages-coûts est inférieur à 1,0 pour la mise en service d'un système d'AAAT. Pour obtenir un rapport avantages-coûts d'environ 1,0, il faudrait :

- Ramener à moins de 47 000 $ les coûts d'achat et d'installation (NOTA : la «limite supérieure» des avantages sociaux a été utilisée pour déterminer la valeur de 47 000 $, plutôt que l'estimateur exact).
- Les économies totales de coûts sociaux (ou avantages économiques) par passage à niveau par année devraient augmenter d'environ Y $. Pour réaliser des économies supplémentaires de cet ordre, le coût total d'une vie humaine et d'une collision type à un passage à niveau devrait être porté à environ 2,82 millions $, par rapport aux 2,23 millions $ actuels (2 millions $ pour une vie humaine et 230 000 $ en coûts pour la société ferroviaire et en retards attribuables à une collision type à un passage à niveau). (NOTA : la «limite supérieure» des avantages sociaux a été utilisée pour déterminer la valeur de 2,82 millions $, plutôt que l'estimateur exact).

14.7 MISE EN APPLICATION DU MODÈLE

Le modèle avantages-coûts d'atténuation des risques peut être appliqué à divers cas pour déterminer les coûts et avantages relatifs prévus par suite de l'installation d'un système d'AAAT. Les valeurs «économies totales de coûts sociaux par collision» peuvent être modifiées en fonction du type d'opérations ferroviaires menées à un passage à niveau donné ou à une série de passages à niveau dans une subdivision. En adaptant ainsi les valeurs au site étudié, il devient possible de comparer les avantages relatifs de l'installation d'un système d'AAAT à un site par rapport aux autres. Les avantages prévus pourraient constituer un critère de plus pour le classement des sites par ordre de priorité, si plusieurs sites arrivaient au même rang, après application de la méthode de classement recommandée.

15. PORTÉE DE LA PHASE 3

La phase 3 de l'étude comprenait les tâches suivantes :

1) Comparer les résultats du déploiement pilote de la phase 2 avec les résultats recueillis à des installations semblables ailleurs en Amérique du Nord.
2) Revoir les caractéristiques fonctionnelles élaborées pour l'installation pilote et déterminer si des modifications sont nécessaires avant de passer à un déploiement à grande échelle.

Établir les coûts et un calendrier estimatifs pour le déploiement de systèmes d'AAAT aux passages à niveau figurant sur la liste des sites prioritaires.

16. EFFICACITÉ D'UN SYSTÈME D'AAAT

Au cours de la phase 1 du projet, trois systèmes d'AAAT automatisés ont été répertoriés en Amérique du Nord, dont deux avaient fait l'objet d'études d'efficacité «avant-après». Les deux sites qui avaient été évalués étaient le passage à niveau Timonium sur la ligne CLRL à Baltimore au Maryland, et le passage à niveau de la Vernon Avenue sur la Metro Blue Line exploitée par la LACMTA. Les sections 16.1 et 16.2 comportent un résumé des données sur l'efficacité de ces systèmes. La section 16.3 compare ces résultats avec ceux de la présente étude. Pour plus d'information sur l'emplacement, l'installation et le fonctionnement de ces systèmes nord-américains, on se reportera à la section 3.3.

16.1 RÉSULTATS OBTENUS AU PASSAGE À NIVEAU TIMONIUM

Au cours de la période d'observation de 90 jours qui a suivi l'installation du système d'AAAT au passage à niveau Timonium, les mouvements illégaux de piétons et les cas de «comportements à risque» lors de l'approche d'un autre train ont diminué de 80 %. Selon le sondage mené auprès des usagers de la route dans le cadre de ce projet, les automobilistes ont bien accueilli et compris le panneau d'AAAT.

16.2 RÉSULTATS OBTENUS AU PASSAGE À NIVEAU DE LA VERNON AVENUE

Le projet de démonstration a révélé que le système d'AAAT était efficace à réduire les comportements à risque des piétons au passage à niveau de la Vernon Avenue. Le tableau 16.1 présente un résumé des résultats compilés «avant» et «après». De plus, une enquête menée auprès des piétons a indiqué que la plupart de ceux-ci étaient au courant de la présence des panneaux et qu'ils étaient d'avis que les panneaux d'AAAT avaient amélioré la sécurité au passage à niveau.

Tableau 16-1 Efficacité du système d'AAAT – passage à niveau de la Vernon Avenue

Mesure	Réduction des comportements à risque
Piétons qui traversent les voies du train léger sur rail (TLR) 15 secondes ou moins avant le passage du train	14 %
Piétons qui traversent les voies du TLR 6 secondes ou moins avant le passage du train	32 %
Piétons qui traversent les voies du TLR 4 secondes ou moins avant le passage du train	73 %

16.3 COMPARAISON DES RÉSULTATS

Pour avoir une indication de l'efficacité ou du «succès» relatif de l'essai pilote du système d'AAAT au passage à niveau de l'avenue O'Brien à Montréal, l'efficacité du système à réduire les comportements à risque a été comparée à celle des autres systèmes présentés ci-dessus.

Au site d'essai pilote de l'avenue O'Brien, le pourcentage d'infractions commises lorsque le système d'AAAT était en place a été de 30,8 %, comparativement à 86,1 % en l'absence d'un

système de ce genre. Les limites de l'intervalle de confiance situé de part et d'autre de ces estimateurs, pour un niveau de confiance de 95 %, sont les suivantes :

- **(26,8 %, 34,8 %)** pour les données «après», ce qui signifie que le pourcentage des infractions se situera entre 26,8 % et 34,8 %, dans 95 cas sur 100, pour au moins 509 «incidents personne-train» captés sur bande vidéo;
- **(84,5 %, 87,7 %)** pour les données «avant», ce qui signifie que le pourcentage des infractions se situera entre 84,5 % et 87,7 %, dans 95 cas sur 100, pour au moins 1 804 «incidents personne-train» captés sur bande vidéo.

Les limites de l'intervalle de confiance, pour un niveau de confiance de 95 %, situé de part et d'autre des estimateurs dérivés des données «avant» et «après», constituent une preuve convaincante que le pourcentage des infractions est significativement moindre, sur le plan statistique, lorsqu'il y a un système d'AAAT en place que lorsqu'il n'y en a pas.

Ces résultats indiquent une diminution de plus de 64 % du nombre total d'infractions avec le système d'AAAT en place.

Le fait de comparer les systèmes d'AAAT actuellement en service en Amérique du Nord ne signifie aucunement qu'ils sont semblables ni qu'ils sont installés à des endroits dont les opérations sont comparables. En réalité, les systèmes d'avertissement, le lieu de leur installation et les mécanismes de compte rendu qui les concernent diffèrent passablement. Ainsi, il faut savoir ce qui suit :

- L'installation Timonium avait principalement pour but d'évaluer l'effet du système sur la circulation routière.
- Les sites de la Vernon Avenue et Timonium se trouvaient à proximité de gares; or, comme les gens sont pressés de prendre le train ou sont moins vigilants du fait qu'il y a un train en gare, cela pourrait entraîner à la hausse le nombre d'infractions.
- Les définitions d'un «comportement à risque» dans le cadre des diverses études «avant-après» n'étaient pas identiques.
- Une installation comportant un panneau à message fixe a été utilisée pour le projet pilote du passage à niveau de l'avenue O'Brien, tandis que les deux autres systèmes comportaient des panneaux à message variable.

Malgré tout, les systèmes d'AAAT installés au Maryland et à Los Angeles constituent les *meilleurs* sites auxquels comparer le système d'AAAT de l'avenue O'Brien.

En résumé, les résultats obtenus au site d'essai pilote de l'avenue O'Brien semblent conformes aux résultats obtenus à d'autres sites d'essai de systèmes d'AAAT en Amérique du Nord.

Tableau 16-2 Comparaison des résultats sur l'efficacité des systèmes d'AAAT	
Site étudié	**Efficacité**
Passage à niveau Timonium – Maryland	80 %
Passage à niveau de la Vernon Avenue – Los Angeles	14 % à 73 %[1]
Passage à niveau de l'avenue O'Brien – Montréal	64 %
Nota : (1) L'écart représente l'efficacité observée selon les différentes définitions d'un comportement à risque présentées à la section 16.2.	

17. CARACTÉRISTIQUES FONCTIONNELLES – DÉPLOIEMENT GÉNÉRAL

Les caractéristiques fonctionnelles élaborées au cours de la phase 1 de l'étude comprenaient un énoncé des exigences générales relatives à un système d'AAAT, et des exigences particulières se rapportant à un panneau préprogrammé à états limités à diodes électroluminescentes (DEL) (panneau de type 1) et à un panneau d'avertissement à message fixe et feux clignotants (panneau de type 2). Voici les points couverts dans l'énoncé :

- Activation du système d'avertissement et logique;
- nombre de panneaux et emplacement;
- feux et avertisseurs sonores auxiliaires;
- bilinguisme;
- sûreté intégrée;
- contenu du panneau pendant l'approche d'un autre train;
- contenu du panneau en dehors des périodes où approche un autre train (panneau à DEL);
- montage du panneau et emplacement;
- dimensions du panneau.

La partie 6 traite des caractéristiques fonctionnelles générales relatives à un système d'AAAT, ainsi que des caractéristiques fonctionnelles propres à chaque type de panneau d'AAAT. L'annexe F renferme les caractéristiques fonctionnelles définies pour les panneaux à message fixe de type 2 destinés à l'essai pilote mené au passage à niveau de l'avenue O'Brien.

Les caractéristiques fonctionnelles ont été revues, afin de déterminer s'il était nécessaire de les préciser en vue d'un déploiement général. Est présenté ci-après un résumé de cette revue.

17.1 TYPE DE PANNEAU

Le panneau à message fixe de type 2 a été installé et évalué au site d'essai de l'avenue O'Brien. D'après la comparaison de l'efficacité de cette installation pilote avec celle des systèmes d'AAAT utilisant des panneaux à DEL à message «dynamique» (voir la partie 16), il semble que le panneau à message fixe et à message dynamique permettent une réduction comparable des comportements à risque. Cela dit, sachant que le coût en capital et les coûts d'entretien associés au panneau à message fixe sont inférieurs à ceux associés au panneau à DEL, il est recommandé que les systèmes d'AAAT utilisés au Canada comportent des panneaux de type 2.

Les panneaux à DEL n'ont pas été essayés sur le terrain au cours de la présente étude. On reconnaît toutefois qu'ils peuvent offrir certains avantages par rapport aux panneaux à message fixe et feux clignotants :

- l'affichage «dynamique» peut attirer plus facilement l'attention des piétons;
- il est possible, avec le même panneau, d'afficher différents messages.

Selon le nombre de passages à niveau à équiper d'un système d'AAAT et le potentiel de collision avec un autre train à ces passages à niveau, les systèmes d'AAAT à panneaux à DEL devraient être envisagés.

17.2 LOGIQUE D'ACTIVATION

La logique d'activation énoncée au nombre des caractéristiques fonctionnelles définies pour l'installation pilote est de nature générale et elle conviendra à un système d'AAAT type. Des facteurs de complication, comme un passage où la traversée se fait en deux étapes ou un feu de circulation adjacent, peuvent toutefois nécessiter des modifications à la logique d'activation. Cela ne peut être déterminé qu'au cas par cas.

17.3 NOMBRE DE PANNEAUX ET EMPLACEMENT

Le système d'AAAT ne s'adresse qu'aux piétons; il a donc été déterminé, au cours de la phase 1, que les panneaux devraient être installés tout près des passages pour piétons. De plus, ils doivent être directement visibles à partir de tous les points de franchissement permis aux piétons. Le projet pilote comportait l'installation d'un panneau du «côté rapproché» du passage, de sorte que les piétons aient à regarder de leur côté du passage à niveau pour apercevoir le dispositif d'avertissement.

Les résultats de l'essai pilote semblent indiquer que les panneaux, tels qu'installés du «côté rapproché» ont été efficaces à attirer l'attention des piétons et à donner l'avertissement supplémentaire pour lequel ils ont été conçus. Il est donc recommandé, pour le déploiement général de systèmes d'AAAT, d'installer les panneaux du «côté rapproché», à moins que la géométrie particulière du site ou d'autres conditions d'exploitation ne le permettent pas, ou que l'on craigne qu'une telle installation rendent les panneaux difficilement visibles depuis les aires où se tiennent normalement les piétons qui attendent.

17.4 CONTENU ET ACTIVATION DES PANNEAUX

Le système pilote présentait le message «ATTENTION!», «2 TRAINS» et une autre inscription, sur un panneau secondaire : «Aux feux jaunes». Des discussions avec des spécialistes des transports du Québec nous ont appris que l'inscription française généralement recommandée sur un panneau secondaire accompagnant des feux clignotants est «Quand les feux clignotent», traduction de «*when lights are flashing*».

Par conséquent, il est recommandé que le panneau à message fixe comporte le message «ATTENTION!», «2 TRAINS» et l'inscription secondaire «Quand les feux clignotent» au Québec ou «*When Flashing*» ailleurs qu'au Québec, comme l'illustre la figure 17-1. Le sondage sur la compréhension des panneaux et les résultats de l'essai pilote ont démontré que la population semble bien comprendre le contenu des panneaux.

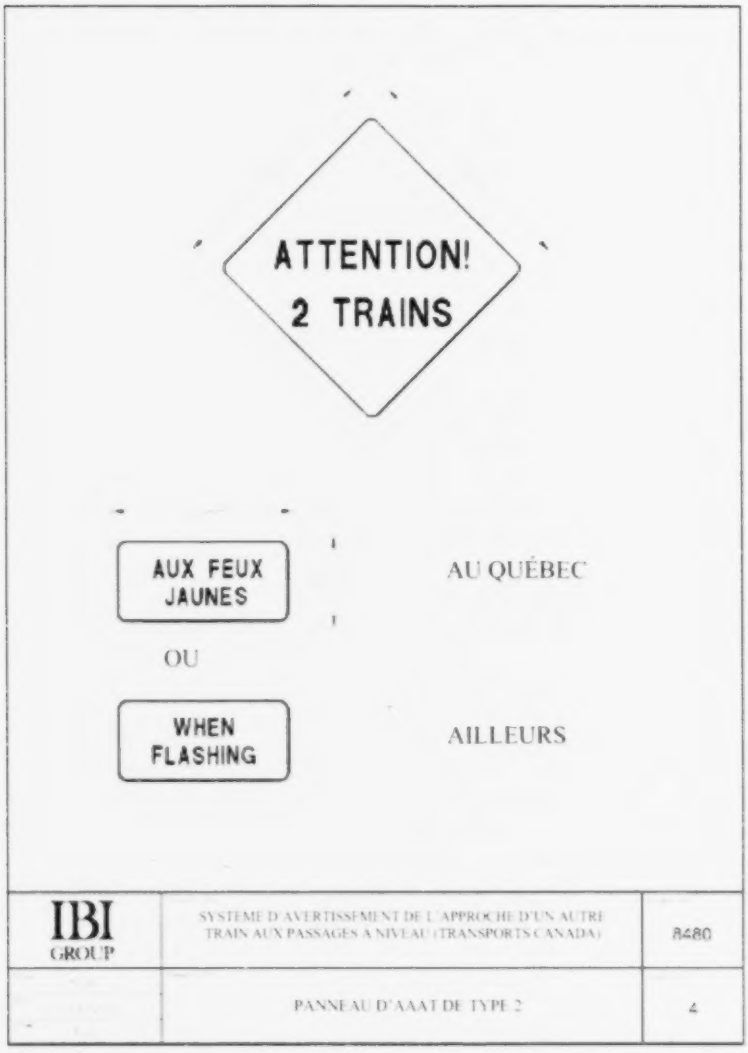


Figure 17-1 Contenu recommandé des panneaux

Il conviendra, dans certains cas, d'inscrire le message secondaire dans les deux langues officielles, si la composition démographique de la clientèle piétonnière le justifie.

Les feux clignotants doivent rester désactivés, sauf lorsqu'ils sont activés par l'arrivée d'un autre train (c'est-à-dire que, par défaut, ils doivent rester désactivés).

17.5 FEUX ET AVERTISSEURS SONORES AUXILIAIRES

Les résultats de l'essai pilote semblent indiquer que le panneau à message fixe et feux clignotants a été efficace à attirer l'attention des piétons et à donner l'avertissement supplémentaire pour lequel il a été conçu. Selon ces résultats, il n'est pas recommandé d'installer des feux et/ou des avertisseurs sonores auxiliaires dans le cadre d'un déploiement standard de système d'AAAT. Il convient de reconnaître que l'installation du passage à niveau de l'avenue

O'Brien était relativement simple, puisqu'il s'agissait d'un passage à niveau à seulement deux voies, dont les abords étaient relativement dégagés.

Il peut se présenter des cas où le panneau d'AAAT ne puisse être installé à l'endroit optimal en raison de la géométrie de la route ou d'autres contraintes opérationnelles. De plus, il peut arriver que l'environnement routier rende le panneau d'AAAT difficile à distinguer pour les piétons. Dans ces deux cas, des avertisseurs sonores ou des feux auxiliaires pourraient être nécessaires pour attirer l'attention des piétons. Voici des possibilités à envisager, au besoin :

- **Sonnerie du système d'avertissement** – Possibilité de faire en sorte que la sonnerie du système d'avertissement principal se désactive après que le premier train a quitté le passage à niveau (même s'il se trouve encore à l'intérieur de la zone de détection) et qu'elle se réactive lorsque l'arrivée du deuxième train est détectée.
- **Feux d'avertissement auxiliaires** – Lors de l'essai pilote, il a été déterminé que le capot du feu clignotant empêchait les piétons de voir celui-ci lorsqu'ils étaient tout près du panneau ou au-delà. Le CDP a déterminé que l'installation de feux supplémentaires à l'arrière de l'emplacement recommandé pour les feux pourrait corriger cette situation.

Ces exigences ne peuvent être établies qu'au cas par cas. Elles n'ont pas été incluses dans la liste des caractéristiques fonctionnelles applicables à un déploiement standard.

17.6 MONTAGE DES PANNEAUX ET EMPLACEMENT

Les résultats de l'essai pilote semblent indiquer que les panneaux étaient placés de façon que l'avertissement supplémentaire était perçu depuis les aires d'attente pour piétons; cependant, l'emplacement définitif des panneaux doit être décidé en fonction des caractéristiques propres au site. Les panneaux doivent être placés à côté et aussi près que possible du trottoir et de l'aire d'attente pour piétons, sans toutefois nuire au passage de tous les usagers de la route. Ils doivent être montés aussi bas que possible, de façon à se trouver dans le cône de vision des piétons.

Pendant l'essai pilote, il a été constaté que les panneaux d'AAAT oscillaient en présence de vents de moyenne ou de forte intensité. À un moment, un des panneaux s'est détaché du poteau. Il faudra donc, pour les déploiements futurs, améliorer les éléments de quincaillerie servant au montage des panneaux, pour réduire les oscillations du panneau et l'empêcher de se détacher du poteau.

On trouvera à la figure 17-2 une illustration de la hauteur de montage recommandée.

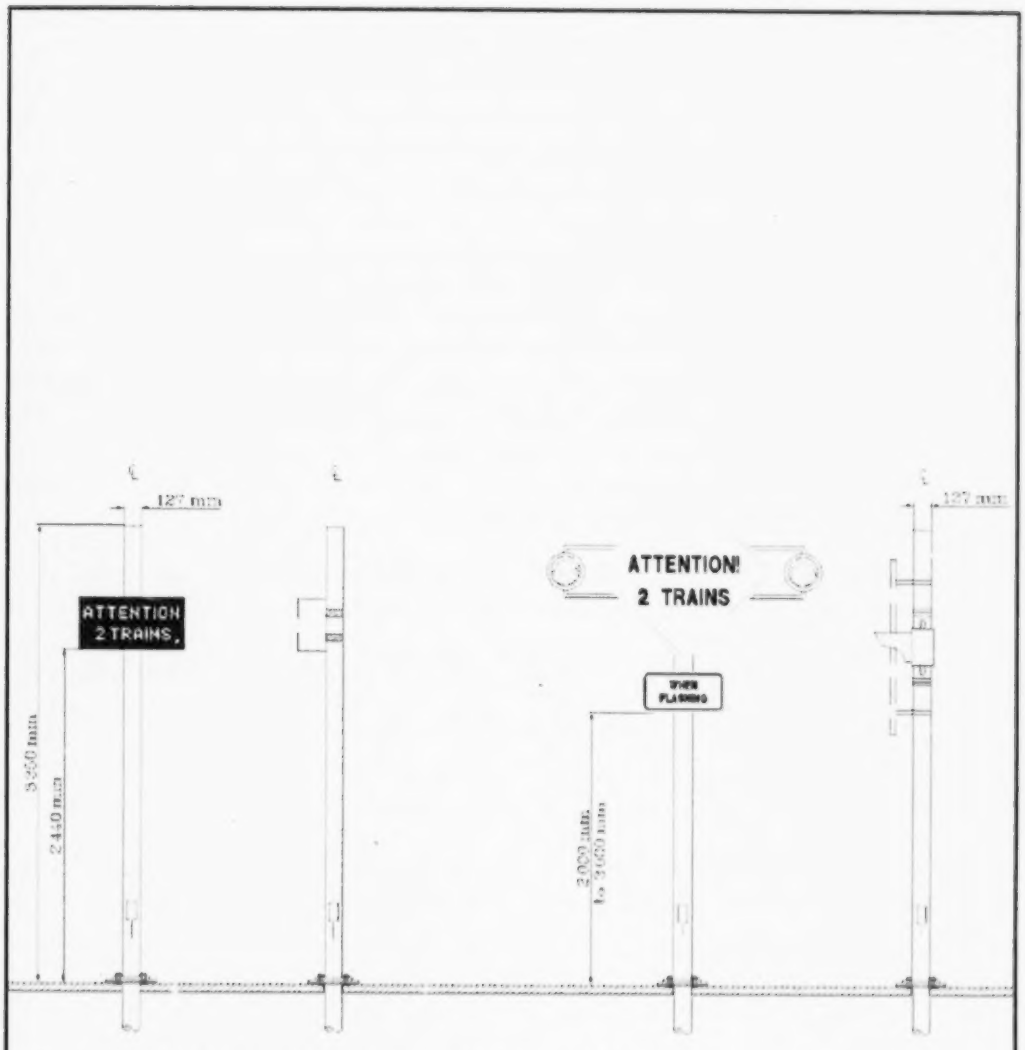


Figure 17-2 Emplacement recommandé pour le montage des panneaux

17.7 DIMENSIONS DES PANNEAUX ET FEUX

Les résultats de l'essai pilote semblent indiquer que la dimension et la configuration des panneaux étaient telles que l'avertissement supplémentaire était visible depuis les aires d'attente pour piétons. Aucun changement n'est donc recommandé en ce qui a trait aux dimensions ou à la configuration du panneau ou des feux, pour une installation standard. À certains endroits, le soleil, l'éclairage ambiant ou un environnement routier chargé peuvent nuire à la visibilité des feux. On pourrait alors envisager de placer les feux sur un fond qui les ferait mieux ressortir. L'opportunité de cette mesure doit être déterminée au cas par cas.

La hauteur des caractères est conforme à la norme *Metric Edition Standard Alphabets for Highway Signs and Pavement Markings* (U.S. Department of Transportation, 2000), ainsi qu'aux lignes directrices de l'ATC en matière de panneaux d'avertissement. La fréquence de clignotement est également conforme aux lignes directrices de l'ATC sur les panneaux d'avertissement.

17.8 EXIGENCES DE SÛRETÉ INTÉGRÉE

Il n'a pas été jugé nécessaire, pour l'essai pilote, de prévoir une source d'alimentation électrique de secours, pas plus que des composants d'activation «critiques» ou spécifiques. Cette décision se fondait sur le fait que le système d'AAAT s'ajoutait au système d'avertissement principal et que cela abaisserait les coûts du matériel d'activation pour l'essai pilote. Pour le cas où les systèmes d'AAAT seraient déployés à grande échelle, il est recommandé d'envisager une batterie d'appoint et des composants d'activation spécifiquement désignés.

17.9 RÉSUMÉ

Les critères ci-dessus sont définis au nombre des caractéristiques fonctionnelles recommandées pour un système d'AAAT destiné à un passage à niveau type à deux voies (voir l'annexe H).

18. COÛT DE MISE EN ŒUVRE DU SYSTÈME

18.1 ESTIMATION DES COÛTS

Les coûts mentionnés à la section 14.5 concernent l'installation du système pilote, après déduction des coûts d'acquisition et d'installation de l'équipement de surveillance qu'on retrouve au tableau 18-1.

Tableau 18-1 Coûts du système d'AAAT

Matériel	**Coûts réels**
Panneaux	704,83 $
Alimentation sans coupure	292,09 $
Poteaux d'aluminium, ancrages et attaches	3 095,80 $
Feux clignotants	880,84 $
Relais	15 545,78 $
Total partiel – Matériel	**20 519,34 $**
Main-d'œuvre	
Conception	5 000,00 $
Construction	37 273,41 $
Mise en service	2 000,00 $
Total partiel – Main-d'œuvre	**44 273,41 $**
TOTAL	**64 792,75 $**

Pour évaluer les coûts de déploiement d'une installation standard ou installation «type», les facteurs suivants doivent être pris en compte :

- Le site de l'essai pilote, soit le passage à niveau de l'avenue O'Brien, représentait un cas relativement simple, puisqu'il s'agissait d'un passage à niveau à seulement deux voies, dont les abords étaient relativement dégagés. Mais l'installation d'un système d'AAAT ailleurs peut présenter certaines difficultés :
  - trois voies ou plus, relevant d'autorités différentes;
  - interconnexion avec les feux de circulation adjacents, prise en compte des feux adjacents;
  - infrastructures en bordure des voies de la route qui empêchent l'installation de panneaux sur un poteau standard près du trottoir, du côté rapproché.
- Les coûts de conception de la logique des circuits de voie diminueront à mesure que de plus en plus de systèmes d'AAAT seront conçus et mis en oeuvre.
- Les coûts d'installation représentent environ les deux tiers du coût global du système; ils pourront diminuer dans l'avenir, à mesure que l'on acquerra de l'expérience.
- Le système d'AAAT de l'avenue O'Brien a été installé en rattrapage. Dans le cas où un système d'AAAT serait installé dans le cadre de travaux d'amélioration d'un passage à niveau ou lors de la construction d'un nouveau passage à niveau, les coûts d'installation pourraient être inférieurs. Les coûts de matériel seraient probablement aussi élevés, mais les coûts de main-d'œuvre et d'outillage pourraient être moindres par suite d'économies d'échelle.

18.2 AUTRES FACTEURS POUVANT INFLUER SUR LES COÛTS DE MISE EN OEUVRE

18.2.1 Composants spécifiques

Pour réduire le coût de l'installation aux fins de l'essai pilote, des composants «non spécifiques» ont été utilisés dans les relais servant à activer le système d'AAAT et les dispositifs de surveillance vidéo. La raison qui justifie ce choix est que le système d'avertissement du passage à niveau était le principal mécanisme d'avertissement, et que le système d'AAAT ne transmettait qu'une information supplémentaire : il ne prévalait pas sur le système d'avertissement principal. En cas de panne du système d'AAAT, celui-ci ne se serait pas activé à l'approche d'un autre train, mais le système d'avertissement principal aurait continué d'avertir adéquatement les automobilistes et les piétons.

Si la société ferroviaire décidait d'exiger des composants «spécifiques» pour ses systèmes d'AAAT standard, les coûts seraient supérieurs à ceux qui ont été mentionnés ci-dessus.

18.2.2 Câbles/fils de branchement

Les coûts d'installation au site de l'essai pilote comprenaient l'enfouissement des câbles, mais à une profondeur moindre que celle qui serait exigée pour un déploiement général. Les coûts d'enfouissement en l'absence de conduits seraient plus élevés que ceux qui ont été assumés au passage à niveau de l'avenue O'Brien.

18.2.3 Document général de caractéristiques fonctionnelles et de conception des circuits

Les coûts d'installation de futurs systèmes d'AAAT pourraient être abaissés si l'on préparait un document général de caractéristiques fonctionnelles et de conception des circuits, applicable à diverses configurations. La partie 17 traite des caractéristiques générales, mais il pourra être nécessaire de les revoir en fonction des préférences ou exigences particulières de l'administration ferroviaire. La conception des circuits n'est pas abordée ici, mais des spécifications pourraient être établies pour diverses configurations de base, c.-à-d. des passages à niveau à trois et quatre voies, des passages à niveau où il y a préemption sur les feux de circulation, etc.

18.2.4 Installation en rattrapage ou nouvelle installation

Comme c'est souvent le cas pour les coûts reliés aux travaux de construction, il est possible de réaliser des «économies d'échelle» sur les coûts du matériel et les coûts d'installation. Voici ce qu'il faut savoir :

- En installant des systèmes d'AAAT à plusieurs passages à niveau, on peut faire des achats en gros, ce qui peut réduire les coûts unitaires.
- L'expérience acquise au cours des installations successives peut contribuer à réduire le temps et les coûts d'installation.
- Il est possible de réduire les coûts de main-d'œuvre en faisant coïncider l'installation du système d'AAAT avec d'autres travaux d'amélioration du passage à niveau ou avec l'installation d'un nouveau système d'avertissement principal.

19. ÉTABLISSEMENT D'UN ORDRE DE PRIORITÉ POUR L'INSTALLATION D'UN SYSTÈME D'AAAT

19.1 DÉMARCHE GÉNÉRALE

Pour élaborer un programme de déploiement à grande échelle de systèmes d'AAAT au Canada, il est essentiel de définir des critères et une méthode pour repérer les passages à niveau qui présentent un risque élevé d'événements de type «autre train». Un tel processus comporte les étapes suivantes :

- définir des critères pour repérer les types de passages à niveau qui présentent la plus grande probabilité de collisions avec un autre train;
- élaborer un modèle pour le classement par ordre de priorité des passages à niveau;
- préciser les données nécessaires à l'application de ce modèle.

19.2 ÉTABLISSEMENT DE CRITÈRES DE SÉLECTION

Une première liste de critères de sélection a été établie au cours de la phase 1 de la présente étude, d'après :

- le corpus de textes actuel sur les systèmes d'AAAT et leur mise en oeuvre;
- les commentaires des membres du CDP et d'intervenants du secteur ferroviaire.

La section 4.2 résume et décrit brièvement les critères de sélection préliminaires définis lors de la phase 1. Cette liste a été revue afin de déterminer s'il convenait d'y ajouter ou d'en retirer certains critères. Au terme de cette revue, il a été déterminé que tous les critères devraient être pris en compte dans le modèle de classement par ordre de priorité. Le tableau 19-1 donne un résumé des critères, de leur applicabilité potentielle (critère quantitatif ou qualitatif) et de la disponibilité des données pertinentes concernant les sites potentiels.

19.3 MÉTHODES D'ÉTABLISSEMENT D'UN ORDRE DE PRIORITÉ PARMI LES PASSAGES À NIVEAU

Après avoir défini les critères de sélection des passages à niveau, il restait à élaborer un modèle simple et efficace applicable à tout le Canada, pour classer ceux-ci par ordre de priorité aux fins de l'installation d'un système d'AAAT.

Il existe au Canada environ 255 passages à niveau à deux voies ou plus, qui ont été définis comme pouvant présenter un risque élevé de collision et où, suivant une observation générale, des collisions entre un piéton et un autre train sont possibles. Les meilleurs critères pour élaborer un modèle de classement par priorité sont ceux qui offrent une **base quantitative pour l'évaluation et la comparaison du risque de collision avec un autre train** à tous les sites étudiés. Une fois ce risque calculé, il est possible de classer par ordre de priorité les passages à niveau où l'installation d'un système d'AAAT est la plus urgente.

Idéalement, le nombre moyen d'événements de type «autre train» par jour à chaque site, conjugué au nombre de piétons à ce même site, seraient de bons indicateurs des risques relatifs de collision avec un autre train. Mais, selon les données colligées au cours de la phase 1 de la

présente étude, et comme permet de le constater le tableau 19-1, ce genre d'information reste impossible à obtenir pour beaucoup des passages à niveau à voies multiples du Canada.

Il faudrait donc procéder à des comptages formels des piétons et enregistrer les mouvements ferroviaires (en particulier les événements de type «autre train») à plusieurs des passages à niveau à voies multiples du Canada pour classer, selon des critères quantitatifs, les passages à niveau qui présentent un risque de collision avec un autre train.

Des discussions avec le CDP et des observations sur le terrain faites au fins de la sélection d'un site pour le projet pilote ont mené à constater que certains sites présentent une faible probabilité d'incidents comportant un autre train, en raison de leur emplacement ou de la nature des opérations ferroviaires. Ces passages à niveau présentent notamment les caractéristiques suivantes :

- circulation piétonnière faible ou nulle (passages à niveau à voies multiples de régions rurales ou éloignées);
- trafic ferroviaire de faible densité et/ou probabilité peu élevée d'événements de type «autre train»;
- faible probabilité que le passage d'un autre train coïncide avec la présence de piétons.

Par conséquent, il est recommandé d'élaborer un modèle qualitatif à partir de données, de données substituts et/ou de caractéristiques déjà connues sur les sites, afin de produire une liste restreinte des sites à «haut risque». Par la suite, des données quantitatives détaillées pourront être compilées et/ou colligées sur les sites figurant sur cette liste restreinte, et intégrées à un modèle de classement quantitatif ou d'«exposition au risque». Les sections 19.3.1 et 19.3.2 décrivent les modèle d'évaluation qualitative et de classement quantitatif recommandés, respectivement.

Tableau 19-1 Critères de sélection des passages à niveau

Données sur le passage à niveau	Critères quantitatifs	Critères qualitatifs	Commentaires
Passage à niveau à voies multiples	X		• Critère obligatoire • Données disponibles
Historique/risque de collision		X	• Historique des collisions disponible • Données sur les infractions ou les conflits à obtenir
Circulation piétonnière dense	X	X	• Données quantitatives disponibles pour certains sites seulement • Évaluation qualitative par région

Tableau 19-1 Critères de sélection des passages à niveau			
Données sur le passage à niveau	**Critères quantitatifs**	**Critères qualitatifs**	**Commentaires**
Nombre de passages d'un autre train	X		• Données quantitatives non disponibles d'emblée
Trafic ferroviaire dense dans les deux sens	X	X	• Données quantitatives disponibles pour certains sites seulement • Évaluation qualitative par région
Usage du sifflet interdit		X	• Interdiction en vigueur à tous les passages à niveau
Visibilité		X	• Caractéristiques de visibilité non disponibles d'emblée
Vitesses d'exploitation des trains		X	• Vitesses maximales connues • Possibilité d'évaluer les écarts de vitesse par région
Système d'avertissement existant		X	• Type de système d'avertissement existant facile à déterminer • Données non disponibles d'emblée sur la configuration/ implantation exacte du passage à niveau

19.3.1 Évaluation qualitative

Le modèle d'évaluation qualitative vise à produire, à partir des données disponibles, une liste restreinte des passages à niveau présentant un «risque élevé» de collisions avec un autre train. Après examen des critères qualitatifs potentiels présenté au tableau 19-1, il a été déterminé que les critères énumérés au tableau 19-2 devaient être intégrés au modèle qualitatif aux fins de l'évaluation de tous les passages à niveau pouvant se prêter à l'installation d'un système d'AAAT.

Tableau 19-2 Critères d'un modèle qualitatif	
Critères qualitatifs	**Description de la mesure**
Circulation piétonnière	Circulation faible, moyenne, élevée
Circulation ferroviaire	Nombre estimatif de trains par jour
Interdiction du sifflet	Interdit/non interdit
Vitesses d'exploitation des trains/ écart de vitesse	Vitesses/écarts de vitesse faibles, moyens, élevés

Les critères qualitatifs ont été pondérés au moyen de «facteurs de pondération» qui déterminent le degré d'importance à accorder à chacun. À partir des renseignements recueillis dans le cadre de recherches antérieures, de discussions avec le CDP et d'activités menées lors de l'étude, des facteurs de pondération préliminaires ont été établis et soumis aux membres du CDP pour examen et commentaires. Ceux-ci devaient faciliter la sélection du site candidat à privilégier pour le projet pilote. Le tableau 19-3 présente les facteurs de pondération proposés pour l'évaluation qualitative.

Tableau 19-3 Processus d'évaluation qualitative			
Critères	**Indice**	**Pondération**	**Total**
Densité de circulation piétonnière	Densité de circulation piétonnière ❑ 1 = Densité faible ❑ 3 = Densité moyenne ❑ 5 = Densité forte	0,40	
Densité de trafic ferroviaire	Densité de trafic ferroviaire ❑ 1 = 1 à 80 trains par jour ❑ 2 = 81 à 160 trains par jour ❑ 3 = 161 à 240 trains par jour ❑ 4 = 241 à 320 trains par jour ❑ 5 = plus de 320 trains par jour	0,30	
Interdiction de siffler	Interdiction de siffler ❑ 1 = Sifflet non interdit ❑ 5 = Sifflet interdit	0,10	
Vitesses d'exploitation des trains/écarts de vitesse	Vitesses d'exploitation des trains/écarts de vitesse ❑ 1 = Vitesses/écarts faibles ❑ 3 = Vitesses/écarts moyens ❑ 5 = Vitesses/écarts élevés	0,20	
Total		1,00	

L'annexe I présente une application du modèle d'évaluation qualitative. On y trouve un classement de 47 passages à niveau à voies multiples du Canada pour lesquels les membres du CDP disposaient de suffisamment de données. À noter que les caractéristiques des passages à niveau figurant à l'annexe I constituent le meilleur sommaire des données disponibles d'emblée

sur les passages à niveau à voies multiples; mais celles-ci ne sont pas nécessairement toutes représentatives des opérations actuelles à ces passages à niveau.

19.3.2 Évaluation quantitative – modèle d'«exposition au risque»

Après que tous les passages à niveau auront été classés d'après le modèle qualitatif, les sites qui présentent le risque le plus élevé de collision avec un autre train seront l'objet d'une étude approfondie. Ce processus rigoureux fera appel à un modèle quantitatif. Pour appliquer ce modèle quantitatif, il faudra recueillir les données quantitatives pertinentes sur les sites présélectionnés et effectuer des vérifications sur place pour enregistrer/documenter les critères propres au site, comme la visibilité et la configuration du système d'avertissement. Deux grands types de données sont nécessaires pour comparer les passages à niveau et les classer selon des critères quantitatifs :

1) nombre de piétons par jour, par tranches d'une heure, durant une journée normale;
2) nombre d'événements de type «autre train» par jour, par tranches d'une heure, selon des opérations ferroviaires normales.

Ces données en main, il est possible de calculer l'indice d'«exposition au risque» des sites et de les classer par ordre de priorité aux fins de l'installation d'un système d'AAAT.

Indice d'exposition au risque

L'indice d'exposition au risque (appelé ci-après «indice d'exposition»), ou à des «rencontres» de trains survenant en présence de piétons, est le meilleur critère quantitatif pour classer les passages à niveau par ordre de priorité. En comparant la proportion relative de piétons traversant chaque jour un passage à niveau donné (proportion évaluée pour chaque passage à niveau étudié) au nombre attendu de «rencontres» de trains par jour à un passage à niveau (PAN), il est possible de définir un indice d'exposition au risque (probabilité de «rencontres» de trains en présence d'un piéton). L'indice d'exposition se calcule au moyen de l'équation suivante :

$$E_X = P_X / P_T * ST_X$$

où :

E_X = Indice d'exposition au PAN_X
P_X = Nombre de piétons au PAN_X
P_T = Nombre total de piétons à tous les sites prédéterminés
ST_X = Nombre de passages d'un deuxième train au PAN_X

Par exemple, si la proportion relative du nombre de piétons au PAN_A est de 0,1 (ou 10 % du nombre de piétons à tous les passages à niveau étudiés) et si le nombre attendu de «rencontres» de trains est de 10, alors l'indice d'exposition est de 0,1 fois 10, soit 1,0. Pour le PAN_B, si la proportion relative du nombre de piétons est de 0,05 (ou 5 % du nombre de piétons de tous les passages à niveau étudiés) et si le nombre attendu de «rencontres» de trains est de 12, l'indice d'exposition équivaut alors à 0,05 fois 12, soit 0,6. Par conséquent, le PAN_A serait préféré au PAN_B, même s'il présente moins de «rencontres» de trains que le PAN_B, puisque le nombre de piétons y est deux fois plus élevé.

Cette méthode de comparaison appliquée à tous les passages à niveau permet d'obtenir un indice d'exposition qui peut servir de critère de classement des passages à niveau aux fins de la mise en œuvre d'un système d'AAAT.

Données nécessaires

La capacité d'élaborer un indice d'exposition quantitatif précis pour chaque passage à niveau dépend entièrement de la quantité et du niveau de détail des données disponibles, en particulier des données sur «la densité de la circulation piétonnière» et sur «la densité du trafic ferroviaire/ les événements de type 'autre train'».

Collecte de données sur la densité de la circulation piétonnière

Il est impossible d'appliquer les méthodes de classement ci-dessus sans recueillir davantage de données sur la circulation piétonnière. Comme il a été mentionné précédemment, cette valeur est connue pour seulement 47 des 255 sites figurant sur la liste préliminaire des sites potentiels. Il est donc recommandé de procéder à des comptages de piétons à tous les sites de la liste restreinte et ce, durant les huit heures de période de pointe quotidienne (soit entre 6 h et 9 h, entre 11 h et 13 h, et entre 15 h et 18 h). Ces comptages devraient durer une semaine complète. S'il n'est pas possible de couvrir toute une semaine, on devrait à tout le moins évaluer une journée type de la semaine et une journée du week-end. Il est important de disposer des données de comptage de piétons au cours d'une semaine type, de façon à pouvoir établir des corrélations avec les données sur la densité du trafic ferroviaire/les incidents comportant un autre train.

Les données ainsi recueillies s'ajouteront aux données qui permettront d'élaborer l'indice d'exposition. Ces nombres serviront non seulement à classer par ordre de priorité les sites où il y a lieu d'installer un système d'AAAT, mais également à évaluer ultérieurement l'efficacité des systèmes.

Collecte de données sur la densité du trafic ferroviaire/les incidents comportant un autre train

Il est impératif de calculer la probabilité de l'arrivée simultanée de deux trains à chaque passage à niveau. Cette valeur constitue la deuxième partie de l'équation servant au calcul de l'indice d'exposition. Différentes méthodes peuvent être envisagées pour obtenir cette donnée. Comme chacune offre un niveau de détail différent, il en résulte des degrés de précision variables en ce qui a trait à la capacité de prévoir la fréquence attendue d'événements de type «autre train» en présence de piétons.

La méthode la plus simple consiste à s'adresser aux sociétés ferroviaires pour obtenir les horaires de tous les trains qui traversent le passage à niveau. Avec cette information, il est possible d'évaluer le nombre attendu de «rencontres» de trains par jour au passage à niveau, et de prévoir ainsi les incidents comportant un autre train. Mais il est peu probable que cette méthode fournisse suffisamment de renseignements pour évaluer avec précision les incidents comportant un autre train, puisque les horaires peuvent changer et sont sujets à des fluctuations aléatoires dues à diverses raisons, p. ex., des retards, etc. Les horaires peuvent donc être utilisés, mais ils sont considérés peu fiables comme outils de prévision des événements «autre train».

La meilleure méthode consisterait à compter (directement) le nombre d'incidents comportant un autre train au cours d'une période donnée. Cette information pourrait être recueillie aux sites de la liste restreinte, au moyen d'un comptage manuel ou du matériel de surveillance installé à un nombre limité de sites au Canada. Comme pour le comptage des piétons, il est recommandé de recueillir les données durant une semaine (à raison de huit heures par jour). L'heure exacte des incidents comportant un autre train pourrait également être consignée. Cette information pourrait ensuite être mise en corrélation avec des distributions des nombres de piétons (par jour de la semaine, si possible), ce qui permettrait de prévoir de façon très précise le nombre total d'incidents «autre train» en présence de piétons. On disposerait ainsi des données nécessaires au modèle de classement des passages à niveau par ordre de priorité, aux fins de mettre en évidence les passages à niveau les plus à risque, selon leur indice d'exposition.

Résumé

Il n'existe pas présentement de données détaillées sur la densité de la circulation piétonnière et les incidents comportant un autre train à la plupart des passages à niveau. Pour classer de façon juste les passages à niveau par ordre de priorité à partir d'un ensemble commun de critères et de modèles génériques de classement, il est essentiel de chiffrer ces deux critères clés, pour tous les passages à niveau où la mise en oeuvre d'un système d'AAAT est envisagée. Dès que l'on connaîtra le nombre de piétons qui traversent chaque jour un passage à niveau (en pourcentage du nombre total de piétons qui franchissent un passage à niveau aux sites du Canada) et le nombre attendu d'événements de type «autre train» par jour à un passage à niveau, il sera possible d'établir un indice indiquant «l'exposition au risque» pour chaque passage à niveau. Le recours à une telle méthode de comparaison pour tous les passages à niveau permettrait d'obtenir un indice quantitatif direct de l'«exposition au risque» qui servirait de critère principal de classement des passages à niveau aux fins de la mise en œuvre d'un système d'AAAT.

Une fois l'indice d'«exposition au risque» calculé, les sites seraient classés par ordre ascendant. Cet indice pourrait être complété des autres critères qualitatifs mentionnés à la section 19.2, ce qui permettrait d'attribuer un rang final à chaque passage à niveau sur la liste de priorité.

20. RÉSULTATS

1. Des critères de sélection ont été élaborés au cours de l'étude de la phase 1. Ces critères avaient trait aux caractéristiques physiques et opérationnelles qui pouvaient servir à repérer les passages à niveau qui présentent un risque élevé de collision avec un autre train. Au terme d'une recherche documentaire sur les systèmes d'avertissement et les incidents liés à l'approche d'un autre train, et de discussions avec le CDP, les critères ci-après ont été retenus :

   - passages à niveau à voies ferrées multiples;
   - historique des collisions;
   - forte densité de circulation piétonnière;
   - nombre d'événements de type «autre train»;
   - trafic ferroviaire dense dans les deux sens;
   - interdiction de siffler;
   - visibilité;
   - vitesses d'exploitation des trains;
   - système d'avertissement principal en place.

2. Trois passages à niveau de la région de Toronto et six passages à niveau de la région de Montréal ont été désignés par le CDP comme sites potentiels pour l'essai pilote d'un système d'AAAT. Des vérifications ont eu lieu à tous ces sites. Après application des critères de sélection aux sites candidats, le passage à niveau de l'avenue O'Brien sur la ligne Deux-Montagnes, à Ville Saint-Laurent, Québec, a été retenu pour l'essai pilote. Le CN a exigé que son personnel soit responsable de la conception, de l'installation et de l'entretien du système d'avertissement de l'approche d'un autre train et du système de surveillance vidéo associés au projet pilote.

3. Les caractéristiques générales du système d'AAAT ont été définies. Il a été déterminé que celles-ci devaient porter sur ce qui suit :

   - logique d'activation;
   - nombre de panneaux et emplacement;
   - feux et avertisseurs sonores auxiliaires;
   - bilinguisme;
   - sûreté intégrée;
   - contenu du panneau lors de l'approche d'un autre train;
   - contenu du panneau en dehors des périodes où approche un autre train (panneau à DEL);
   - montage des panneaux et emplacement;
   - dimensions des panneaux;
   - coûts de fabrication.

4. Deux types de systèmes d'avertissement ont été évalués. Les panneaux de type 1 sont des panneaux à DEL présentant deux messages/affichages en alternance lors de la détection de l'approche d'un autre train. Le premier affichage représente deux trains, alors que le deuxième porte les mentions «Attention!» et «2 trains». Le panneau de type 2 est un panneau d'avertissement à message fixe muni d'une inscription supplémentaire (panneau secondaire).

Des feux clignotants, placés de chaque côté du panneau, s'activent à l'approche d'un autre train. Le panneau comporte la mention «Attention! 2 trains» et le message «*When Flashing*» (anglais) ou «Quand les feux clignotent» (français) apparaît sur le panneau secondaire. Au terme d'une évaluation des deux panneaux, il a été déterminé d'installer des panneaux à message fixe de type 2 au site de l'essai pilote.

5. Un modèle coûts-avantages d'atténuation des risques a été élaboré dans le but de déterminer les avantages nets de l'installation d'un système d'AAAT à un passage à niveau au Canada. Les variables suivantes ont été intégrées à ce modèle :

   - coût du système d'AAAT;
   - coût social d'une «perte de vie humaine»;
   - retard de trains de voyageurs attribuable à une collision avec un autre train;
   - coût du temps perdu pour les voyageurs;
   - retard de trains de marchandises attribuable à une collision avec un autre train;
   - efficacité prévue d'un système d'AAAT.

6. Le sondage sur la compréhension des panneaux, tenu en avril 2002 à la gare centrale de Montréal, a révélé que la population comprenait bien le contenu des panneaux d'AAAT. Environ 83 % des répondants en comprenaient la teneur.

7. Le système d'AAAT, soit les panneaux d'AAAT, les feux clignotants et l'équipement d'enregistrement vidéo, a été installé sans problème au passage à niveau de l'avenue O'Brien, sur la ligne Deux-Montagnes du CN.

8. Le nombre total d'observations «avant» et «après» au site de l'essai pilote s'est élevé à 1 804 et 509, respectivement. Selon une comparaison des taux d'infraction «avant» et «après», le système d'AAAT semble avoir réduit le taux d'infraction de quelque 64 %. Le tableau 20-1 présente un résumé des taux d'infraction pour les divers usagers de la route.

Tableau 20-1 Comparaison des taux d'infraction «avant» et «après» au site de l'essai pilote

Type d'usager de la route	Taux d'infraction «avant»	Taux d'infraction «après»	Diminution en pourcentage
Piétons	82,7 %	30,6 %	- 64 %
Cyclistes	93,0 %	32,8 %	- 64 %
Tous	86,1 %	30,8 %	- 64 %

9. Les limites de l'intervalle de confiance situé de part et d'autre de cet estimateur, pour un niveau de confiance de 95 %, sont les suivantes :

10. **26,8 %, 34,8 %)** pour les données «après», ce qui signifie que le pourcentage des infractions se situera entre 26,8 % et 34,8 %, dans 95 cas sur 100, pour au moins 509 «incidents personne-train» captés sur bande vidéo;

11. **(84,5 %, 87,7 %)** pour les données «avant», ce qui signifie que le pourcentage des infractions se situera entre 84,5 % et 87,7 %, dans 95 cas sur 100, pour au moins 1 804 «incidents personne-train» captés sur bande vidéo.

12. Les limites de l'intervalle de confiance, pour un niveau de confiance de 95 %, situé de part et d'autre des estimateurs dérivés des données «avant» et «après» constituent une preuve convaincante que le pourcentage des infractions est significativement moindre, sur le plan statistique, lorsqu'il y a un système d'AAAT en place que lorsqu'il n'y en a pas.

13. Selon les résultats de l'évaluation de l'efficacité «avant-après» réalisée à partir de données recueillies au passage à niveau de l'avenue O'Brien, le système d'AAAT muni de panneaux à message fixe de type 2 s'est révélé très efficace pour réduire le nombre d'infractions commises par des piétons et des cyclistes. En tenant compte de la taille de l'échantillon et des erreurs d'échantillonnage, on peut s'attendre que la mise en oeuvre d'un système d'AAAT de type 2 réduira d'une valeur située quelque part entre 49 % et 75 % les infractions commises par les piétons.

14. Un système d'AAAT comportant des panneaux à message fixe de type 2 n'est pas rentable si on envisage une durée de vie de 15 ans. En effet, pour une durée de vie de 15 ans, le rapport avantages-coûts se situe quelque part entre 0,52 et 0,79 (la limite de confiance supérieure, à 0,79, à un niveau de confiance de 95 %, est inférieure à 1,0). Selon un examen d'autres systèmes d'AAAT installés ailleurs en Amérique du Nord, le système à panneaux à message fixe installé au site de l'essai pilote s'est révélé aussi efficace que les systèmes à panneaux à DEL à message dynamique à réduire les comportements à risque des piétons.

15. Du fait que le coût des panneaux à message dynamique de type 1 (à DEL) excède celui des panneaux à message fixe de type 2, le rapport avantages-coûts des panneaux de type 1 serait inférieur à la valeur mentionnée au point 12.

16. Les coûts de matériel au site d'essai pilote s'élevaient à environ 14 685 $, taxes comprises, alors que les coûts de main-d'œuvre s'élevaient à quelque 77 175 $, pour des coûts d'installation totaux de 91 860 $. Ces coûts englobent l'achat et l'installation de l'équipement de surveillance vidéo, qui ne ferait pas partie d'un système d'AAAT standard.

17. Le déploiement général d'un système d'AAAT coûterait environ 64 790 $, soit 20 519,34 $ en matériel et 44 273,41 $ en main-d'œuvre. Les coûts d'installation représentent environ les deux tiers du coût total. On peut penser que le coût d'installation serait moindre si le système d'AAAT était installé dans le cadre de travaux d'amélioration d'un passage à niveau ou lors de la construction d'un nouveau passage à niveau.

18. Le coût de déploiement d'un système d'AAAT dépendra de ce qui suit :

- l'emplacement et la configuration du passage à niveau, y compris le nombre de voies;
- les contraintes et l'environnement routiers;
- les coûts de main-d'œuvre;
- le type d'installation (c.-à-d. installation en rattrapage, modernisation, nouvelle installation);
- le nombre de systèmes déployés.

19. Après l'examen de l'efficacité et de l'installation du système d'AAAT à panneaux à message fixe au passage à niveau de l'avenue O'Brien, les caractéristiques fonctionnelles élaborées au cours de la phase 1 ont été revues en vue d'un déploiement général. Celles-ci porte sur ce qui suit :

- logique d'activation;
- nombre de panneaux et emplacement;
- feux et avertisseurs sonores auxiliaires;
- bilinguisme;
- sûreté intégrée;
- contenu du panneau lors de l'approche d'un autre train;
- contenu du panneau en dehors des périodes où approche un autre train (panneau à DEL);
- montage du panneau et emplacement;
- dimensions du panneau.

20. Il a été déterminé qu'un modèle quantitatif de classement par ordre de priorité, complété de critères qualitatifs relatifs à l'emplacement, constituerait la meilleure méthode pour classer les passages à niveau du Canada en fonction du risque de collision avec un autre train.

21. Par suite d'un examen des critères relatifs à l'emplacement définis au cours de la phase 1 et de la disponibilité des données, il a été déterminé qu'un modèle qualitatif serait utilisé pour établir une liste restreinte de sites présentant un potentiel élevé d'événements de type «autre train». Ce modèle qualitatif serait fondé sur un indice pondéré des variables suivantes :

- la densité de circulation piétonnière;
- la densité du trafic ferroviaire;
- l'interdiction de siffler;
- les vitesses d'exploitation des trains et/ou les écarts de vitesse.

22. Les sociétés ferroviaires devront être mises à contribution pour la collecte des données nécessaires à l'élaboration du modèle qualitatif; cependant, il suffira de s'adresser aux responsables locaux des passages à niveau pour obtenir la majorité de l'information nécessaire pour élaborer le modèle.

23. Après le processus de sélection qualitative, les données ci-après devront être recueillies aux sites figurant sur la liste restreinte pour élaborer le modèle quantitatif de classement :

- nombre de piétons qui traversent chaque jour le passage à niveau;
- nombre d'événements de type «autre train» par jour.

21. RECOMMANDATIONS

À la lumière des résultats issus des phases 1 à 3 du projet, il est recommandé ce qui suit :

1. Que des systèmes d'AAAT soient installés aux passages à niveau qui présentent un risque élevé d'incidents/collisions mettant en cause un autre train.

2. Que des données soient recueillies pour étoffer le processus de sélection qualitative. Que le modèle qualitatif présenté à l'annexe I soit mis à jour de façon que l'on dispose d'une évaluation qualitative globale de tous les passages à niveau du Canada présentant un risque de collision avec un autre train.

3. Que les résultats du processus de sélection qualitative, une fois terminé, servent à établir une liste restreinte des passages à niveau devant faire l'objet d'une vérification approfondie et d'une collecte de données, aux fins de l'élaboration d'un modèle quantitatif de classement par ordre de priorité.

4. Que les passages à niveau où ont été installés des systèmes d'AAAT soient l'objet d'un contrôle continu, aux fins d'en évaluer l'efficacité à long terme.

5. Que les recommandations 1 à 4 soient de nouveau appliquées à intervalles réguliers, car il est prévisible que la densité de la circulation piétonnière et du trafic ferroviaire (c.-à-d. l'«exposition au risque»), de même que les caractéristiques opérationnelles et environnementales aux divers passages à niveau, évolueront avec le temps. Cela permettrait de garantir une utilisation optimale des ressources et des fonds engagés dans l'amélioration de la sécurité.

RÉFÉRENCES

Hauer, E. *Observational Before-After Studies in Road Safety*, Pergamon, Oxford, RU, 1997.

Khawani, V. *Second Train Coming Warning Sign Demonstration Project*, Paper No. 01-2590, LACMTA, Office of System Safety and Security, Los Angeles (non daté).

Korve, H. et al. *Pedestrian Control Systems for Light-Rail Transit Operations in Metropolitan Environments*, Seventh National Conference on Light Rail Transit, 1995.

Manuel canadien de la signalisation routière, Association des transports du Canada, 1998.

Miller, T.R., Viner, J., Rossman, S., Pindus, N., Gellert, W., Douglass, J., Dillingham, A., Blomquist, G. *The Cost of Highway Crashes*, FHWA, 1991.

Savage, I. *The Economics of Railroad Safety*, Kluwer Academic Publishers, 1998.

Second Train Coming Warning Sign Demonstration Project, TRCP Project No. A-SA(2), MMTA et Sabra, Wang & Associates, Baltimore, 1999.

Standard Alphabets for Highway Signs and Pavement Markings, U.S. Department of Transportation, FHWA, 2000.

Standard Highway Signs Metric Edition, U.S. Department of Transportation, FHWA, 2002.

Stewart, D. E. *Methodological Approaches for the Estimation, Evaluation, Interpretation and Accuracy Assessment of Road Travel 'Basic Risk', 'Relative Risk' and 'Relative Risk Odds-Ratio' Performance Measure Indicators: A 'Risk Analysis and Evaluation System Model' for Measuring, Monitoring, Comparing and Evaluating the Level(s) of Safety on Canada's Roads and Highways*, Direction de la sécurité routière, Transports Canada, publication n° TP 13238 de Transports Canada, Ottawa (Ontario), 1998.

Van Houten, R. et Malenfant, L. *ITS Animated LED Signals Alert Drivers to Pedestrian Threats*, ITE Journal, 2001.

ANNEXE A

SOMMAIRE DE LA RECHERCHE DOCUMENTAIRE

Le tableau A-1 donne un sommaire des références consultées lors de la recherche documentaire faite en marge du projet du système d'avertissement de l'approche d'un autre train (AAAT). Une description de chaque référence suit ce tableau.

Tableau A-1 Résumé des publications sur les systèmes d'AAAT

Document	Principales notions abordées
1. Terms of Reference for Study of a Second Train Warning System at Road Crossings for Pedestrians, Transports Canada, juillet 1998	Rapports d'incidents, sites candidats, exemples de projets, technologies et évaluations.
2. Identification of Second-Train Warning Systems for Pedestrians, TP 13018E, Centre de développement des transports, Transports Canada, mai 1997	Systèmes d'avertissement de l'approche d'un autre train en projet.
3. Session 8 - Light Rail Transit Systems, Hartsock V., Grade Crossing Technologies – The New Millennium, Texas Transportation Institute, octobre 1999	Sélection des sites, élaboration des panneaux, logique et circuits d'activation pour divers projets en Amérique du Nord (Los Angeles, Massachusetts, Portland, etc.).
4. New Technologies for Improving Light-Rail Grade Crossing Safety, Meadow L. et Curry J., Seventh National Conference on Light Rail Transit, novembre 1995	Questions touchant la sécurité et l'exécution de la loi, examen des nouvelles technologies touchant les passages à niveau, projets de démonstration.
5. Pedestrian Control Systems for Light-Rail Transit Operations in Metropolitan Environments, Korve H. et al., Seventh National Conference on Light Rail Transit, novembre 1995	Passages pour piétons, dispositifs de signalisation pour piétons existants, panneaux d'avertissement de l'approche d'un autre train à message fixe et dynamique, autres mesures de sécurité pour piétons et critères de conception de passages pour piétons.
6. Integration of Light Rail Transit into City Streets, Korve H. et al., Seventh National Conference on Light Rail Transit, novembre 1995	Aménagement de passages pour piétons incluant des systèmes d'AAAT.
7. Second Train Coming Warning Sign Demonstration Project, Maryland Mass Transit Administration – Maryland, février 1999	Sélection et caractéristiques des panneaux, sondage sur le choix des panneaux, spécifications concernant la commande des panneaux, activités/méthodes de collecte de données et résultats d'études «avant-après».

Tableau A-1 Résumé des publications sur les systèmes d'AAAT	
Document	**Principales notions abordées**
8. Compte rendu du Deuxième atelier sur la recherche sur les passages à niveau, TP 13536, Centre de développement des transports, Transports Canada, novembre 2000	Rapports d'incidents, collecte et intégrité des données, analyse des collisions, facteurs humains, initiatives de recherche en cours portant sur des systèmes d'AAAT.
9. Study of a Second Train Warning System at Road Crossings for Pedestrians – Procès-verbal d'une réunion de Transports Canada, septembre 1998	Caractéristiques des incidents mettant en cause un autre train, facteurs humains et autres projets d'AAAT.
10. Second Train Coming Warning Sign Demonstration Project, Maryland Mass Transit Administration et Sabra, Wang & Associates, février 2001	Rapport à jour sur le site d'essai du Maryland dont traitent les documents de référence numéros 3 et 7. Le panneau d'AAAT a donné des résultats concluants au cours de la période «après» d'une durée de 30 jours : les infractions commises par des piétons et les comportements à risque des conducteurs ont diminué de 80 %. La population a bien accueilli et compris le système d'AAAT.
11. Second Train Coming Warning Sign Demonstration Project, Khawani V., Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority	Critères de sélection de sites, caractéristiques et fonctionnement des panneaux, collecte et évaluation des données, études «avant-après».
12. Pedestrian Warning and Control Devices, Guidelines and Case Studies, Siques J., Korve Engineering Inc.	Discussion de divers aménagements visant à assurer la sécurité des piétons aux passages à niveau et faisant appel à des systèmes d'avertissement automatisés et non automatisés.
13. Use of Animation in LED Pedestrian Signals to Improve Pedestrian Safety, Van Houten R. et al., ITE Journal, février 1999	Examen du comportement des piétons (principalement l'observation des véhicules qui tournent) avant et après l'installation d'«yeux animés» sur des feux pour piétons standard.

Tableau A-1 Résumé des publications sur les systèmes d'AAAT	
Document	**Principales notions abordées**
14. ITS Animated LED Signals Alert Drivers to Pedestrian Threats, Van Houten, R., et Malenfant, L., ITE Journal, juillet 2001	Étude de deux applications des «yeux animés» à un feu de circulation entre deux intersections et à la sortie d'un stationnement intérieur. L'étude a porté sur les changements de comportement des conducteurs et des piétons, en particulier sur leur tendance à se surveiller et se céder mutuellement le passage à ces endroits critiques.
15. The Economics of Railroad Safety, Savage, I., Kluwer Academic Publishers, 1998	Cette publication renferme une discussion sur l'aspect économique de la sécurité ferroviaire. Elle aborde notamment les questions suivantes : • le degré de prudence dont font preuve l'exploitant du service ferroviaire, ses employés et le public; • les mesures visant à favoriser chez tous une prudence accrue sur l'emprise ferroviaire; • les coûts que doit assumer chaque partie par suite d'une collision ferroviaire.
16. The Cost of Highway Crashes, Miller et al., FHWA, 1991	Ce document décrit trois façons d'évaluer les coûts d'une collision routière : • méthode de calcul global; • années perdues et coûts directs; • capital humain.
17. Grade Crossing Safety in the Chicago Area: An Environmental Analysis of the Potential Noise Impacts from the Swift Rail Development Act's Locomotive Horn Sounding Requirement, Laffey S., Transportation Quarterly, Eno Transportation Foundation Inc., volume 54, numéro 1, hiver 2000	Étude visant à examiner le nombre de résidents et d'institutions touchés par le sifflement des trains dans le nord-est de l'Illinois. Ce document présente un survol de l'analyse spatiale visant à déterminer les répercussions des dispositions de la *Swift Rail Development Act* de 1994 concernant l'utilisation du sifflet. Y sont aussi résumées d'autres sources de données présentant les risques de collision aux passages à niveau visés ou non par des restrictions sur l'utilisation du sifflet.

Tableau A-1 Résumé des publications sur les systèmes d'AAAT	
Document	**Principales notions abordées**
18. Avertissement de l'approche d'un autre train – Plan de mise en oeuvre de projet, Centre de développement des transports, Transports Canada, juillet 2000	Ce plan de mise en œuvre du projet comprenait un résumé de l'objectif du projet d'AAAT, le contexte historique (y compris les projets d'AAAT menés par Transports Canada et d'autres organismes), une démarche de mise en oeuvre de l'étude, ainsi que des méthodes de travail et un échéancier approximatif.

Référence numéro 1

Titre du document : *Terms of r rence for Study of a Second Train Warning System at Road Crossings for Pedestrians*

Auteur/source : Transports Canada

Date : Juillet 1998

Contenu du document :

- Enquête menée par le Bureau de la sécurité des transports du Canada sur un événement ferroviaire qui s'est produit en 1995 et qui mettait en cause deux trains (R95D005). Il a coûté la vie à deux élèves du secondaire.
- Liste des collisions mortelles avec des trains survenues entre 1988 et 1998. La liste comporte les données suivantes : subdivision, type de blessures subies, province, heure, type de train, vitesse du train, collision mettant en cause un autre train ou non. On y retrouve également des commentaires sur la collision (comportement des victimes et manœuvres du train avant la collision).
- Liste des collisions entre un piéton et un «autre train» survenues entre 1988 et 1998. Les cas y sont décrits plus en détail que dans la liste précédente.
- Liste des passages à niveau qui présentent un risque de collision avec un autre train (nombre de voies, vitesse maximale des trains, nombre de piétons, nombre de véhicules, interdiction de siffler ou non, type de système d'avertissement).

Référence numéro 2

Titre du document : *Identification of Second-Train Warning Systems for Pedestrians*

Auteur/source : Transports Canada

Date : Mai 1997

Ce document présente les résultats d'une recherche sur les technologies présentement utilisées pour avertir les piétons de l'arrivée d'un autre train à un passage à niveau. Les systèmes d'avertissement recensés se trouvent aux États-Unis, dans l'Union européenne et au Japon. Le rapport décrit en détail le panneau, la technologie utilisée (feux, sonnerie, etc.) et les critères d'installation, et indique si des collisions ont eu lieu ou non depuis l'installation du panneau.

Référence numéro 3

Titre du document : *Session 8 – Light Rail Transit Systems*

Auteur/source : Vern Hartsock

Événement/date : Grade Crossing Technologies – The New Millennium, octobre 1999

La Federal Transit Administration a versé une subvention à la Maryland Mass Transit Administration (MTA) pour la conception, la fabrication et l'étude de l'efficacité d'un prototype de panneau d'avertissement de l'approche d'un autre train (AAAT) destiné aux passages à niveau de trains légers. La Maryland MTA a procédé à la mise en service du prototype en septembre 1998.

La Maryland MTA a opté pour le passage à niveau Timonium à titre de site d'essai. À cet endroit, le système d'avertissement comprend une sonnerie, des feux clignotants et des barrières. Tous ces dispositifs s'activent lorsqu'un train approche. À ce site en particulier, il est fréquent que deux trains actionnent presque en même temps le système d'avertissement.

Deux scénarios ont été testés pour les incidents comportant un autre train. Dans le premier scénario, les barrières restaient abaissées après le passage du premier train, et ne se relevaient qu'après que le deuxième train avait complètement franchi le passage à niveau. Dans le deuxième scénario, les barrières commençaient à se lever après le passage du premier train, mais durant quelques secondes seulement, puisqu'elles se mettaient à redescendre en raison de l'approche de l'autre train. Le scénario utilisé dépendait entièrement du point de rencontre des deux trains.

Pour ce qui est des panneaux d'AAAT, des panneaux à DEL à message variable ont été retenus. Des feux à éclats jaunes, qui attirent l'attention des automobilistes, ont été installés près de chaque panneau d'AAAT et ils s'activent en même temps que les panneaux. Les panneaux à DEL comportent trois messages successifs :

1) message d'avertissement (**WARNING**) d'une durée de deux secondes;
2) message avertissant de l'arrivée imminente d'un deuxième train (**2nd Train Coming**) d'une durée de deux secondes;

3) animation d'une durée de cinq secondes montrant deux trains qui se déplacent en sens opposés.

Ces messages se répètent jusqu'à ce que les deux trains aient complètement traversé le passage à niveau.

Un autre aspect du projet consistait à installer quatre panneaux portant la mention WALK/DON'T WALK qui devaient régir les déplacements des piétons sur les voies. Le message WALK est le message «par défaut». Il est remplacé par le message clignotant DON'T WALK pendant 13 secondes et ensuite par le même message, DON'T WALK, mais fixe, qui ne s'éteint que lorsque les trains sont passés et que les barrières sont levées.

Une étude a révélé que le premier scénario a entraîné une baisse de 86 % des incidents (comportements à risque), tandis que le deuxième (dans lequel les barrières ont le temps de remonter avant que le deuxième train arrive) a entraîné une réduction de 26 %.

Référence numéro 4

Titre du document : *New Technologies for Improving Light-Rail Grade Crossing Safety*

Auteur/source : Linda J. Meadow, James P. Curry

Événement/date : Seventh National Conference on Light Rail Transit, novembre 1995

Principales préoccupations touchant les trains légers sur rail :

- non-respect du code de la route par les automobilistes;
- confusion des automobilistes devant les feux de circulation;
- inattention ou confusion des piétons.

Un nombre élevé d'accidents mortels ont eu lieu sur la Metro Blue Line (MBL) à Los Angeles. La Maryland Mass Transit Administration applique diverses solutions. Son programme de sécurité comprend quatre éléments :

- la mise en application des règlements de la circulation par le recours à des agents de police et à la photo-surveillance;
- des améliorations techniques : STI, dispositifs d'avertissement, amélioration de la signalisation;
- une loi prévoyant des amendes plus élevées et des programmes de sensibilisation à la sécurité;
- de l'information bilingue à l'intention du public.

Les technologies STI comprennent l'installation et l'exploitation de systèmes de photo-surveillance, l'installation, à titre d'essai, d'un système de quatre demi-barrières, l'utilisation de panneaux à affichage dynamique et des avertisseurs fixes en bordure de la voie. Toutes ces technologies, à l'exception des panneaux à affichage dynamique, sont décrites dans le document.

Un système de surveillance photographique avait été implanté dans le cadre de cinq projets de démonstration et l'installation d'un tel système était en cours à 17 autres passages à niveau. Ce système consiste en des appareils photo haute résolution qui captent sur pellicule les personnes

qui commettent une infraction. Ces personnes reçoivent ensuite des contraventions. Tous les résultats indiquent une réduction importante du nombre d'infractions et du nombre de collisions.

Voici quelques-uns des facteurs à envisager lors de l'installation du système :

- le bon positionnement des appareils photo;
- l'emplacement des boucles de détection;
- les détails du traitement des contraventions, avec les autorités concernées.

Le système à quatre demi-barrières est conçu pour réduire, voire éliminer, à peu de frais les collisions aux passages à niveau. Des barrières installées aux deux entrées et aux deux sorties (dans les quatre directions) bloquent complètement le passage à niveau. Le système peut réduire le nombre de collisions attribuables aux automobilistes qui contournent les barrières abaissées et se font happer par un autre train qui traverse le passage à niveau. Le rapport traite également des installations existantes de systèmes à quatre demi-barrières en Amérique du Nord, ainsi que de l'approche conceptuelle et des hypothèses de calcul de ces systèmes.

Référence numéro 5

Titre du document : *Pedestrian Control Systems for Light-Rail Transit Operations in Metropolitan Environments*

Auteur/source : Hans W. Korve, Jose I. Farran, Douglas M. Mansel

Événement/date : Seventh National Conference on Light Rail Transit, novembre 1995

Ce projet de recherche avait pour but de développer plus avant la méthodologie envisagée pour guider le choix d'un ou de plusieurs systèmes de régulation de la circulation piétonnière, pour installation à une traverse piétonnière donnée.

Le document aborde les sujets suivants :

- environnement et caractéristiques du passage pour piétons;
- dispositifs de régulation de la circulation piétonnière recommandés;
- considérations d'ordre technique touchant les traverses piétonnières;
- types de systèmes de régulation de la circulation piétonnière.

Les systèmes suivants sont examinés :

- barrières automatiques;
- barrières oscillantes;
- passages en Z;
- barrières fixes à barreaux.

Référence numéro 6

Titre du document : *Integration of Light Rail Transit into City Streets*

Auteur/source : Hans W. Korve, Jose I. Farran et Douglas M. Mansel

Événement/date : Seventh National Conference on Light Rail Transit, novembre 1995

Ce document a été rédigé par les mêmes auteurs que le document *Pedestrian Control Systems for Light-Rail Transit Operations in Metropolitan Environments* et il aborde essentiellement les mêmes sujets.

Référence numéro 7

Titre du document : *Second Train Coming Warning Sign Demonstration Project*

Auteur/source : Maryland Mass Transit Administration

Date : Février 1999

Ce rapport constitue un compte rendu plus détaillé de l'étude présentée par Vern Hartsock lors de la conférence intitulée *Grade Crossing Technologies – The New Millennium.*

Voici quelques-uns des sujets pertinents abordés :

- sélection des dimensions des panneaux, des messages et des affichages;
- recours à des caméras de télévision en circuit fermé pour recueillir des données;
- définition d'un comportement à risque.

Référence numéro 8

Titre du document : *Compte rendu du Deuxième atelier sur la recherche sur les passages à niveau*

Auteur/source : Centre de développement des transports, Transports Canada

Date : Novembre 2000

Ce document regroupe les exposés faits à l'atelier, qui portaient sur les thèmes suivants :

- Le point sur le Programme de recherche sur les passages à niveau
- La recherche aux États-Unis et les résultats attendus
- Accidents aux passages à niveau : étude des répercussions
- Données sur les événements ferroviaires : une approche intégrée pour l'intégrité et l'accessibilité des données
- Analyse des données sur les collisions : attentes et réalité
- Analyse des facteurs humains en cause dans les accidents aux passages à niveau
- Base de données de l'Opération Gareautrain
- Page Web de la FRA sur la sécurité

- Règlements sur les passages à niveau
- Intrusions et suicide : la question des drames humains
- Système d'avertissement automatisé à faible coût pour passages à niveau peu fréquentés – La solution de rechange à la croix d'avertissement solitaire?
- Étude sur les avertisseurs fixes
- Cotes de sécurité des transporteurs routiers et contraventions pour infractions à des passages à niveau
- Panneaux d'avertissement de l'approche d'un autre train pour trains légers
- Système de vidéosurveillance des passages à niveau
- Application de compteurs d'essieux en Amérique du Nord

Référence numéro 9

Titre du document : *Study of a Second Train Warning System at Road Crossings for Pedestrians*

Auteur/source : Procès-verbal d'une réunion de Transports Canada

Date : Septembre 1998

Résumé d'une réunion tenue le 23 septembre 1998 à Toronto, qui a porté sur le problème des collisions avec un autre train. Les thèmes suivants ont été abordés :

- caractéristiques des collisions mettant en cause un autre train survenues au Canada entre 1988 et 1998;
- comportement humain lors d'incidents de type «autre train»;
- systèmes actuels d'avertissement de l'approche d'un autre train en Amérique du Nord;
- projet de recherche de Transports Canada.

Référence numéro 10

Titre du document : *Second Train Coming Warning Sign Demonstration Project*

Auteur/source : Maryland Mass Transit Administration et Sabra, Wang & Associates

Date : Février 2001

Mise à jour d'un rapport sur le site d'essai du Maryland présenté dans les documents de référence 3 et 7.

Le système d'AAAT a donné des résultats concluants au cours de la période «après» d'une durée de 30 jours : les infractions commises par des piétons et les comportements à risque des automobilistes ont diminué de 80 %. La population a bien accueilli et compris le système.

Référence numéro 11

Titre du document : *Second Train Coming Warning Sign Demonstration Project*

Auteur/source : Vijay Khawani, Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority

Date : s.o.

Ce document est un résumé du projet de démonstration d'un système d'AAAT installé sur la Metro Blue Line de la Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority.

Voici les principaux aspects abordés dans ce rapport :

- critères de sélection de sites;
- sélection et évaluation d'un panneau d'avertissement;
- critères d'activation;
- plans d'information du public;
- méthodes de collecte et d'évaluation de données;
- études «avant-après».

Référence numéro 12

Titre du document : *Pedestrian Warning and Control Devices, Guidelines and Case Studies*

Auteur/source : Joaquin Siques, Korve Engineering Inc.

Date : s.o.

Ce document reprend essentiellement le contenu des références numéros 5 et 6.

Référence numéro 13

Titre du document : *Use of Animation in LED Pedestrian Signals to Improve Pedestrian Safety*

Auteur/source : Ron Van Houten, Richard Retting, Joy Van Houten, Charles Farmer et Louis Malenfant, ITE Journal

Date : Février 1999

Les «yeux animés» consistent en un panneau à DEL muni d'une paire d'yeux qui, lorsqu'activés, regardent d'un côté et de l'autre. Aux fins de la présente étude, les yeux animés étaient incorporés à un feu pour piétons à DEL standard, portant les messages «WALK» et «DON'T WALK». Ces «yeux» ont pour but de rappeler aux piétons qu'ils doivent regarder des deux côtés au moment de traverser pour déceler la présence de véhicules qui tournent.

Plusieurs variantes du système ont été mises à l'essai. Les variables étudiées étaient les réactions des piétons et le moment où les yeux s'activaient par rapport au signal «WALK» (et le temps pendant lequel ils restaient activés). Il a été déterminé que la période optimale pour la

présentation des yeux animés était toute la période pendant laquelle le signal «WALK» était affiché.

Selon les observations «avant», le nombre de piétons qui ne regardaient pas si des véhicules tournaient variait de 26 % à 32 % aux deux emplacements étudiés. Après l'installation des yeux animés, ce nombre ne variait plus que de 5 % à 10 %.

Globalement, l'essai pilote a démontré une diminution considérable du pourcentage de piétons qui omettent de vérifier si un véhicule tourne avant de s'engager dans l'intersection. Ce changement de comportement a réduit le nombre de conflits piéton-véhicule.

Référence numéro 14

Titre du document : *ITS Animated LED Signals Alert Drivers to Pedestrian Threats*

Auteur/source : Ron Van Houten et Louis Malenfant, ITE Journal

Date : Juillet 2001

Cette étude portait sur le même type d'affichage à DEL que celui qui est décrit dans le document de référence numéro 13. Elle a consisté à installer un feu à DEL avec «yeux animés» à la sortie d'un garage de stationnement et à un feu de circulation entre deux intersections. Les deux principales mesures d'efficacité étaient le nombre de conducteurs qui regardaient dans la direction d'où venait le piéton et le nombre d'automobilistes qui cédaient le passage au piéton. Les observations «avant» et «après» permettent de penser que l'affichage à DEL a entraîné une augmentation d'au moins 50 % du nombre d'automobilistes attentifs à la présence de piétons aux deux endroits critiques. De plus, le nombre d'automobilistes cédant le passage aux piétons a augmenté dans une proportion semblable.

Référence numéro 15

Titre du document : *The Economics of Railroad Safety*

Auteur/source : Ian Savage, Kluwer Academic Publishers

Date : 1998

La première partie de l'ouvrage traite de la sécurité ferroviaire : types de collisions, nature des décès/blessures, taux d'accidents mortels, système d'avertissement utilisé aux sites des collisions, cause déclarée de la collision. Cette introduction est suivie d'une discussion des règlements de sécurité passés et en vigueur dans l'industrie ferroviaire et d'une comparaison des risques associés aux chemins de fer avec les autres risques que court tout être humain.

La partie principale du document comporte une discussion de l'aspect économique de la sécurité ferroviaire. Elle aborde notamment les questions suivantes :

- le degré de prudence dont font preuve l'exploitant du service ferroviaire, ses employés et le public;

- les mesures visant à encourager chez tous une prudence accrue sur l'emprise ferroviaire;
- les coûts que doit assumer chaque partie par suite d'une collision avec un train.

Enfin, la dernière partie de la publication comprend une évaluation des règlements en vigueur et des améliorations possibles aux stratégies de réglementation de la sécurité dans l'industrie ferroviaire.

Référence numéro 16

Titre du document : *The Cost of Highway Crashes*

Auteur/source : Miller T.R., Viner J., Rossman S., Pindus N., Gellert W., Douglass J., Dillingham A., and Blomquist G., FHWA

Date : 1991

Le document décrit trois façons d'évaluer les coûts d'un accident de la route :

- méthode de calcul global;
- années perdues et coûts directs;
- capital humain.

Les trois premières sections du livre décrivent les éléments de coût et les valeurs utilisées pour définir les trois méthodes de calcul des coûts énoncées ci-dessus. Le reste du document traite des priorités de la société en matière de sécurité et de la responsabilité des coûts des accidents, et donne des exemples de détermination des coûts attribuables à une collision.

Référence numéro 17

Titre du document : *Grade Crossing Safety in the Chicago Area: An Environmental Analysis of the Potential Noise Impacts from the Swift Rail Development Act's Locomotive Horn Sounding Requirement*

Auteur/source : Stephen C. Laffey, Transportation Quarterly, Eno Transportation Foundation Inc., volume 54, numéro 1

Date : Hiver 2000

Ce rapport comporte un résumé de l'analyse spatiale réalisée pour déterminer le nombre de résidents et les autres catégories d'utilisation des sols du nord-est de l'Illinois qui seraient touchés par les dispositions relatives au sifflement des trains de la *Swift Rail Development Act* de 1994. La pratique d'exploitation en vigueur dans le nord-est de l'Illinois interdit au conducteur du train d'actionner le klaxon de la locomotive à l'approche d'environ 890 des 1 950 passages à niveau que compte la région. Un système fondé sur un SIG a servi à étudier la gêne due au bruit que causerait l'utilisation du klaxon à tous les passages à niveau de la région. L'auteur invoque des études de la Federal Railroad Association (FRA) pour décrire les effets sur la sécurité des restrictions entourant l'utilisation du klaxon de la locomotive.

Référence numéro 18

Titre du document : Avertissement de l'approche d'un autre train – Plan de mise en oeuvre de projet

Auteur/source : Centre de développement des transports, Transports Canada

Date : Juillet 2000

Le plan de mise en œuvre du projet comportait un résumé des aspects suivants du projet concernant l'avertissement de l'approche d'un autre train aux passages à niveau :

- objectif du projet;
- contexte (y compris les projets d'AAAT menés par Transports Canada et d'autres organismes);
- démarche et méthodes de travail pour la réalisation de l'étude;
- durée approximative de l'étude.

ANNEXE B

FORMULAIRE DE VÉRIFICATION DES SITES

Avertissement de l'approche d'un autre train
Liste de vérification du site

Renseignements sur la visite du site	
Emplacement de l'étude/Route sécante :	
Autorité(s) ferroviaire(s) :	
Subdivision :	
Point miliaire :	
Municipalité/Administration routière :	
Date :	
Heure :	
Examiné par :	
Conditions météorologiques et état de la route :	

Élément	**Point à examiner**	√	**Commentaires**
Fonction et alignement des voies ferrées			
Configuration des voies	Combien de voies compte le site? S'agit-il de voies principales, de voies d'évitement, de voies de service, etc.?		
Alignement	Décrivez l'alignement des voies à proximité du passage à niveau.		
Visibilité	Y a-t-il des objets fixes qui peuvent réduire la visibilité du conducteur du train?		
Trains	Quels types de trains circulent sur cette ligne?		
Vitesses d'exploitation	Quelles sont les vitesses d'exploitation types des divers types de trains qui empruntent ce passage à niveau?		

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Opérations	Les environs du passage à niveau sont-ils le lieu d'opérations inhabituelles ou notables? (manœuvres, garage, entreposage de wagons)		
Événements de type «autre train»	Avez-vous été témoin d'événements de type «autre train» lorsque vous étiez au site?		
Incidents comportant un autre train	Avez-vous été témoin d'incidents comportant un autre train lorsque vous étiez au site?		
Sifflement	Le sifflet est-il interdit à ce passage à niveau?		
Usages associés aux terrains adjacents			
Usages	Quels sont les usages des terrains adjacents?		
	Y a-t-il une gare à proximité du passage à niveau?		
	Où sont situées les aires de stationnement par rapport au passage à niveau?		
	Quelles sont les principales sources de circulation de véhicules, de piétons et/ou de cyclistes?		
Opérations	Y a-t-il des moments dans la journée où les volumes de piétons varient considérablement en fonction des activités associées aux usages adjacents, p. ex. arrivée de trains de voyageurs, changements de quarts, entrée et sortie d'élèves, etc.?		

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Systèmes d'avertissement			
Installations existantes	Quels types de dispositifs d'avertissement automatisés équipent le passage à niveau?		
	Où sont-ils situés par rapport à la route et aux trottoirs/allées piétonnières?		
	Y a-t-il moyen d'améliorer les systèmes d'avertissement automatisés à ce passage à niveau?		
	Les systèmes d'avertissement automatisés sont-ils clairement visibles pour les automobilistes, les piétons et les autres usagers de la route?		
Circulation	Avez-vous observé la présence de véhicules/piétons dans l'aire fonctionnelle du passage à niveau lorsque les systèmes d'avertissement étaient activés?		
Dispositifs non automatisés	En dehors des «croix d'avertissement», y a-t-il d'autres dispositifs d'avertissement non automatisés au passage à niveau? Si oui, sont-ils en bon état?		
	Où sont-ils installés par rapport à la route et aux trottoirs/allées piétonnières?		
	Y a-t-il moyen d'améliorer les dispositifs non automatisés à ce passage à niveau?		

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
	Les dispositifs non automatisés sont-ils clairement visibles pour les automobilistes, les piétons et les autres usagers de la route?		
Infrastructures piétonnières et dispositifs d'avertissement			
Piétons	Y a-t-il des trottoirs, des allées piétonnières ou des installations à l'intention des piétons au passage à niveau? Si oui, d'un côté ou des deux côtés?		
	Sont-ils en bon état?		
	Quelle est la largeur des trottoirs/allées piétonnières?		
	La circulation des piétons est-elle plus dense d'un côté que de l'autre?		
	Y a-t-il des objets fixes susceptibles de restreindre la visibilité des piétons à l'approche d'un train dans un sens ou dans l'autre?		
	Comment décririez-vous le volume de circulation piétonnière au moment de votre visite du site? (faible, moyen, élevé)		
	Avez-vous observé des piétons sur le passage à niveau pendant que les dispositifs d'avertissement étaient activés?		
Dispositifs d'avertissement	Y a-t-il moyen d'améliorer les dispositifs d'avertissement à l'intention des piétons au passage à niveau?		

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Fonction des routes sécantes			
Fonction	Quelle est la fonction de la route (route locale, artère, autoroute, etc.) du passage à niveau?		
	À combien évalue-t-on le débit journalier moyen d'une année (DJMA) sur la route du passage à niveau?		
Voies	Combien de voies compte la route du passage à niveau?		
Vitesse d'exploitation	En vous fondant sur des observations visuelles, à quelle vitesse circulent la plupart des véhicules?		
Volume	Quel volume de circulation routière trouve-t-on à proximité du passage à niveau?		
Signalisation	Y a-t-il des panneaux, au passage à niveau, qui sont inexacts, illisibles ou qui portent à confusion?		
	Les panneaux sont-ils efficaces/lisibles dans toutes les conditions, y compris le jour, la nuit, sous la pluie, sous éclairage artificiel, etc.?		
Généralités	La route présente-t-elle des conditions particulières qu'il convient de signaler?		

ANNEXE C

RÉPONSES AUX FORMULAIRES DE VÉRIFICATION DES SITES DE MONTRÉAL ET TORONTO

Avertissement de l'approche d'un autre train
Liste de vérification du site
Rue Tannery – Mississauga, Ontario

Renseignements sur la visite du site	
Emplacement de l'étude/Route sécante :	Rue Tannery
Autorité(s) ferroviaire(s) :	CP
Subdivision :	Galt
Point miliaire :	20,85
Municipalité/Administration routière :	Ville de Mississauga
Date :	23 avril 2001
Heure :	11 h 30
Examiné par :	R. Brownlee et R. Stewart
Conditions météorologiques et état de la route :	Temps clair, surface sèche

Élément	**Point à examiner**	√	**Commentaires**
Fonction et alignement des voies ferrées			
Configuration des voies	Combien de voies compte le site? S'agit-il de voies principales, de voies d'évitement, de voies de service, etc.?		Deux voies principales
Alignement	Décrivez l'alignement des voies à proximité du passage à niveau.		Généralement droit
Visibilité	Y a-t-il des objets fixes qui peuvent réduire la visibilité du conducteur du train?		Visibilité passable : certains arbres et poteaux apparaissent dans les triangles de visibilité
Trains	Quels types de trains circulent sur cette ligne?		Go Transit : trois dans la matinée et trois pendant la période de pointe de l'après-midi Trains de marchandises : environ 18 par jour

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Vitesses d'exploitation	Quelles sont les vitesses d'exploitation types des divers types de trains qui empruntent ce passage à niveau?		Inconnues
Opérations	Les environs du passage à niveau sont-ils le lieu d'opérations inhabituelles ou notables? (manœuvres, garage, entreposage de wagons)		Aucune opération apparente
Événements de type «autre train»	Avez-vous été témoin d'événements de type «autre train» lorsque vous étiez au site?		Non
Incidents comportant un autre train	Avez-vous été témoin d'incidents comportant un autre train lorsque vous étiez au site?		Non
Sifflement	Le sifflet est-il interdit à ce passage à niveau?		Oui
Usages associés aux terrains adjacents			
Usages	Quels sont les usages des terrains adjacents?		Usages résidentiel et d'établissement scolaire du côté ouest Usages commercial et résidentiel (immeubles de grande hauteur) du côté est
	Y a-t-il une gare à proximité du passage à niveau?		À plus de 300 mètres du côté sud
	Où sont situées les aires de stationnement par rapport au passage à niveau?		s. o.
	Quelles sont les principales sources de circulation de véhicules, de piétons et/ou de cyclistes?		Usages mixtes, dont une école

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Opérations	Y a-t-il des moments dans la journée où les volumes de piétons varient considérablement en fonction des activités associées aux usages adjacents, p. ex., arrivée de trains de voyageurs, changements de quarts, entrée et sortie d'élèves, etc.?		Entrée et sortie des élèves Le midi, entre l'école et le secteur commercial
Systèmes d'avertissement			
Installations existantes	Quels types de dispositifs d'avertissement automatisés équipent le passage à niveau?		Feux clignotants, sonnerie et barrières
	Où sont-ils situés par rapport à la route et aux trottoirs/allées piétonnières?		Le trottoir est situé à l'extérieur des barrières
	Y a-t-il moyen d'améliorer les systèmes d'avertissement automatisés à ce passage à niveau?		Empêcher les piétons de contourner les barrières Déplacer les barrières derrière le trottoir
	Les systèmes d'avertissement automatisés sont-ils clairement visibles pour les automobilistes, les piétons et les autres usagers de la route?		Oui
Circulation	Avez-vous observé la présence de véhicules/piétons dans l'aire fonctionnelle du passage à niveau lorsque les systèmes d'avertissement étaient activés?		Des piétons adolescents «jouaient» avec la lisse de la barrière lorsqu'elle était abaissée. Des piétons traversaient le passage à niveau avant que la barrière soit complètement levée et que la sonnerie ait cessé de tinter.

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Dispositifs non automatisés	En dehors des «croix d'avertissement», y a-t-il d'autres dispositifs d'avertissement non automatisés au passage à niveau? Si oui, sont-ils en bon état?		Oui, *Warning Double Rail Tracks – Wait for Gates to Rise* (Attention : 2 voies – Attendre que les barrières soient levées)
	Où sont-ils installés par rapport à la route et aux trottoirs/allées piétonnières?		Sur les deux approches du passage à niveau, à droite du trottoir
	Y a-t-il moyen d'améliorer les dispositifs non automatisés à ce passage à niveau?		Indiquer la possibilité du passage d'un autre train
	Les dispositifs non automatisés sont-ils clairement visibles pour les automobilistes, les piétons et les autres usagers de la route?		Oui
Infrastructures piétonnières et dispositifs d'avertissement			
Piétons	Y a-t-il des trottoirs, des allées piétonnières ou des installations à l'intention des piétons au passage à niveau? Si oui, d'un côté ou des deux côtés?		Des deux côtés
	Sont-ils en bon état?		Les trottoirs ne sont pas bien définis par rapport à la chaussée
	Quelle est la largeur des trottoirs/allées piétonnières?		Environ 1,5 mètre
	La circulation des piétons est-elle plus dense d'un côté que de l'autre?		Oui, du côté nord
	Y a-t-il des objets fixes susceptibles de restreindre la visibilité des piétons à l'approche d'un train dans un sens ou dans l'autre?		On trouve des poteaux, de la végétation et une armoire à l'angle nord-ouest. La visibilité est bonne pour les piétons.

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
	Comment décririez-vous le volume de circulation piétonnière au moment de votre visite du site? (faible, moyen, élevé)		Très élevé – surtout des écoliers et aussi des résidents locaux
	Avez-vous observé des piétons sur le passage à niveau pendant que les dispositifs d'avertissement étaient activés?		Oui
Dispositifs d'avertissement	Y a-t-il moyen d'améliorer les dispositifs d'avertissement à l'intention des piétons au passage à niveau?		
Fonction des routes sécantes			
Fonction	Quelle est la fonction de la route (route locale, artère, autoroute, etc.) du passage à niveau?		Route collectrice
	À combien évalue-t-on le débit journalier moyen d'une année (DJMA) sur la route du passage à niveau?		Renseignements non disponibles
Voies	Combien de voies compte la route du passage à niveau?		Deux voies
Vitesse d'exploitation	En vous fondant sur des observations visuelles, à quelle vitesse circulent la plupart des véhicules?		Lente : environ 40 km/h Passage à niveau cahoteux
Volume	Quel volume de circulation routière trouve-t-on à proximité du passage à niveau?		À environ 80 mètres a l'est, on trouve une route nord-sud
Signalisation	Y a-t-il des panneaux, au passage à niveau, qui sont inexacts, illisibles ou qui portent à confusion?		Non

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
	Les panneaux sont-ils efficaces/lisibles dans toutes les conditions, y compris le jour, la nuit, sous la pluie, sous éclairage artificiel, etc.?		La visite a eu lieu le jour
Généralités	La route présente-t-elle des conditions particulières qu'il convient de signaler?		Le passage à niveau est cahoteux

Passage à niveau de la rue Tannery – axe est-ouest

Passage à niveau de la rue Tannery – axe ouest-est

Avertissement de l'approche d'un autre train
Liste des éléments de vérification du site
Rue Queen – Mississauga, Ontario

Renseignements sur la visite du site	
Emplacement de l'étude/Route sécante :	Rue Queen
Autorité(s) ferroviaire(s) :	CP
Subdivision :	Galt
Point miliaire :	20,12
Municipalité/Administration routière :	Ville de Mississauga
Date :	23 avril 2001
Heure :	13 h
Examiné par :	R. Brownlee et R. Stewart
Conditions météorologiques et état de la route :	Temps clair, surface sèche

Élément	**Point à examiner**	**√**	**Commentaires**
Fonction et alignement des voies ferrées			
Configuration des voies	Combien de voies compte le site? S'agit-il de voies principales, de voies d'évitement, de voies de service, etc.?		Deux voies principales Ligne secondaire vers l'est, donnant accès au secteur industriel
Alignement	Décrivez l'alignement des voies à proximité du passage à niveau.		Voie ferrée en courbe et dévers dans le passage à niveau Voie du côté sud surélevée
Visibilité	Y a-t-il des objets fixes qui peuvent réduire la visibilité du conducteur du train?		Acceptable : quelques arbres, poteaux et armoire dans les triangles de visibilité
Trains	Quels types de trains circulent sur cette ligne?		Go Transit : trois dans la matinée et trois pendant la période de pointe de l'après-midi Trains de marchandises : environ 18 par jour

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Vitesses d'exploitation	Quelles sont les vitesses d'exploitation types des divers types de trains qui empruntent ce passage à niveau?		Inconnues
Opérations	Les environs du passage à niveau sont-ils le lieu d'opérations inhabituelles ou notables? (manœuvres, garage, entreposage de wagons)		Aucune opération apparente
Événements de type «autre train»	Avez-vous été témoin d'événements de type «autre train» lorsque vous étiez au site?		Non
Incidents comportant un autre train	Avez-vous été témoin d'incidents comportant un autre train lorsque vous étiez au site?		Non
Sifflement	Le sifflet est-il interdit à ce passage à niveau?		Oui
Usages associés aux terrains adjacents			
Usages	Quels sont les usages des terrains adjacents?		Immeubles résidentiels en hauteur au nord-est Station-service immédiatement au nord-est Espace libre au sud-est Maison à l'angle sud-ouest Quartier résidentiel plus loin au nord et au sud du passage à niveau Usages commercial et résidentiel (immeubles de grande hauteur) du côté est
	Y a-t-il une gare à proximité du passage à niveau?		À plus de 300 mètres au nord-ouest

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
	Où sont situées les aires de stationnement par rapport au passage à niveau?		s. o.
	Quelles sont les principales sources de circulation de véhicules, de piétons et/ou de cyclistes?		Immeubles d'habitation en hauteur et autres immeubles résidentiels
Opérations	Y a-t-il des moments dans la journée où les volumes de piétons varient considérablement en fonction des activités associées aux usages adjacents, p. ex., arrivée de trains de voyageurs, changements de quarts, entrée et sortie d'élèves, etc.?		Non
Systèmes d'avertissement			
Installations existantes	Quels types de dispositifs d'avertissement automatisés équipent le passage à niveau?		Feux clignotants, sonnerie et barrières
	Où sont-ils situés par rapport à la route et aux trottoirs/allées piétonnières?		Le trottoir est situé à l'extérieur des barrières
	Y a-t-il moyen d'améliorer les systèmes d'avertissement automatisés à ce passage à niveau?		Déplacer les barrières derrière le trottoir
	Les systèmes d'avertissement automatisés sont-ils clairement visibles pour les automobilistes, les piétons et les autres usagers de la route?		Oui

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Circulation	Avez-vous observé la présence de véhicules/piétons dans l'aire fonctionnelle du passage à niveau lorsque les systèmes d'avertissement étaient activés?		Non
Dispositifs non automatisés	En dehors des «croix d'avertissement», y a-t-il d'autres dispositifs d'avertissement non automatisés au passage à niveau? Si oui, sont-ils en bon état?		Oui, *Warning Double Rail Tracks – Wait for Gates to Rise* (Attention : 2 voies – Attendre que les barrières soient levées) Demi-barrière sur le trottoir sud-est
	Où sont-ils installés par rapport à la route et aux trottoirs/allées piétonnières?		Sur les deux approches du passage à niveau, à droite du trottoir
	Y a-t-il moyen d'améliorer les dispositifs non automatisés à ce passage à niveau?		Indiquer la possibilité du passage d'un autre train
	Les dispositifs non automatisés sont-ils clairement visibles pour les automobilistes, les piétons et les autres usagers de la route?		Oui
Infrastructures piétonnières et dispositifs d'avertissement			
Piétons	Y a-t-il des trottoirs, des allées piétonnières ou des installations à l'intention des piétons au passage à niveau? Si oui, d'un côté ou des deux côtés?		Un seul piéton a été observé pendant la visite du site
	Sont-ils en bon état?		Trottoirs discontinus. Aucun trottoir dans le quadrant sud-ouest du passage à niveau
	Quelle est la largeur des trottoirs/allées piétonnières?		Environ 1,5 mètre

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
	La circulation des piétons est-elle plus dense d'un côté que de l'autre?		Impossible à évaluer, car on a observé un seul piéton pendant la visite du site
	Y a-t-il des objets fixes susceptibles de restreindre la visibilité des piétons à l'approche d'un train dans un sens ou dans l'autre?		L'alignement des voies réduit la visibilité
	Comment décririez-vous le volume de circulation piétonnière au moment de votre visite du site? (faible, moyen, élevé)		Faible
	Avez-vous observé des piétons sur le passage à niveau pendant que les dispositifs d'avertissement étaient activés?		Non
Dispositifs d'avertissement	Y a-t-il moyen d'améliorer les dispositifs d'avertissement à l'intention des piétons au passage à niveau?		
Fonction des routes sécantes			
Fonction	Quelle est la fonction de la route (route locale, artère, autoroute, etc.) du passage à niveau?		Artère
	À combien évalue-t-on le débit journalier moyen d'une année (DJMA) sur la route du passage à niveau?		Renseignements non disponibles
Voies	Combien de voies compte la route du passage à niveau?		Deux voies

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Vitesse d'exploitation	En vous fondant sur des observations visuelles, à quelle vitesse circulent la plupart des véhicules?		Environ 50 km/h Surface du passage à niveau inégale en raison du dévers
Volume	Quel volume de circulation routière trouve-t-on à proximité du passage à niveau?		Voies d'accès à la propriété et à la station-service Présence d'une route est-ouest à environ 50 mètres au nord du passage à niveau. Circulation de camions
Signalisation	Y a-t-il des panneaux, au passage à niveau, qui sont inexacts, illisibles ou qui portent à confusion?		Non
	Les panneaux sont-ils efficaces/lisibles dans toutes les conditions, y compris le jour, la nuit, sous la pluie, sous éclairage artificiel, etc.?		La visite a eu lieu le jour
Généralités	La route présente-t-elle des conditions particulières qu'il convient de signaler?		Dévers dans le passage à niveau

Passage à niveau de la rue Queen – axe sud-nord

Passage à niveau de le rue Queen – axe nord-sud

Avertissement de l'approche d'un autre train
Liste des éléments de vérification du site
Gare Go de Brampton/Rue Mill – Brampton, Ontario

Renseignements sur la visite du site	
Emplacement de l'étude/Route sécante :	Rue Mill
Autorité(s) ferroviaire(s) :	CN
Subdivision :	Halton
Point miliaire :	15,4
Municipalité/Administration routière :	Ville de Brampton
Date :	23 avril 2001
Heure :	14 h
Examiné par :	R. Brownlee et R. Stewart
Conditions météorologiques et état de la route :	Temps clair, surface sèche

Élément	**Point à examiner**	√	**Commentaires**
Fonction et alignement des voies ferrées			
Configuration des voies	Combien de voies compte le site? S'agit-il de voies principales, de voies d'évitement, de voies de service, etc.?		Deux voies principales
Alignement	Décrivez l'alignement des voies à proximité du passage à niveau.		Rectiligne
Visibilité	Y a-t-il des objets fixes qui peuvent réduire la visibilité du conducteur du train?		Une armoire dans l'angle sud-ouest
Trains	Quels types de trains circulent sur cette ligne?		Des trains de GO Transit Des trains de marchandises
Vitesses d'exploitation	Quelles sont les vitesses d'exploitation types des divers types de trains qui empruntent ce passage à niveau?		Inconnues

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Opérations	Les environs du passage à niveau sont-ils le lieu d'opérations inhabituelles ou notables? (manœuvres, garage, entreposage de wagons)		Aucune opération apparente
Événements de type «autre train»	Avez-vous été témoin d'événements de type «autre train» lorsque vous étiez au site?		Non
Incidents comportant un autre train	Avez-vous été témoin d'incidents comportant un autre train lorsque vous étiez au site?		Non
Sifflement	Le sifflet est-il interdit à ce passage à niveau?		Oui
Usages associés aux terrains adjacents			
Usages	Quels sont les usages des terrains adjacents?		Ateliers de fabrication dans les angles sud-ouest et nord-ouest Atelier de réparation mécanique et usage résidentiel au sud-est Usage résidentiel plus loin au nord et au sud du passage à niveau
	Y a-t-il une gare à proximité du passage à niveau?		Oui, à l'est du passage à niveau
	Où sont situées les aires de stationnement par rapport au passage à niveau?		Aire de stationnement adjacente à la gare du côté nord des voies Aire de stationnement auxiliaire pour la gare GO située au sud-ouest du passage à niveau
	Quelles sont les principales sources de circulation de véhicules, de piétons et/ou de cyclistes?		La gare GO et le secteur résidentiel au nord

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Opérations	Y a-t-il des moments dans la journée où les volumes de piétons varient considérablement en fonction des activités associées aux usages adjacents, p. ex., arrivée de trains de voyageurs, changements de quarts, entrée et sortie d'élèves, etc.?		Les périodes de pointe du matin et de l'après-midi (banlieusards usagers de la gare GO)
Systèmes d'avertissement			
Installations existantes	Quels types de dispositifs d'avertissement automatisés équipent le passage à niveau?		Feux clignotants, sonnerie et barrières
	Où sont-ils situés par rapport à la route et aux trottoirs/allées piétonnières?		Le trottoir est situé à l'extérieur des barrières
	Y a-t-il moyen d'améliorer les systèmes d'avertissement automatisés à ce passage à niveau?		Déplacer les barrières derrière le trottoir
	Les systèmes d'avertissement automatisés sont-ils clairement visibles pour les automobilistes, les piétons et les autres usagers de la route?		Les véhicules roulant dans le sens sud-nord approchent du passage à niveau dans une courbe
Circulation	Avez-vous observé la présence de véhicules/piétons dans l'aire fonctionnelle du passage à niveau lorsque les systèmes d'avertissement étaient activés?		Non

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Dispositifs non automatisés	En dehors des «croix d'avertissement», y a-t-il d'autres dispositifs d'avertissement non automatisés au passage à niveau? Si oui, sont-ils en bon état?		Oui, *Danger do not cross the tracks while the train is in the station* (Danger, ne pas traverser les voies ferrées lorsqu'un train est en gare) Ces panneaux sont situés le long du trottoir entre la gare GO et le passage à niveau
	Où sont-ils installés par rapport à la route et aux trottoirs/allées piétonnières?		Voir ci-dessus
	Y a-t-il moyen d'améliorer les dispositifs non automatisés à ce passage à niveau?		Indiquer la possibilité du passage d'un autre train lorsqu'un train est en gare
	Les dispositifs non automatisés sont-ils clairement visibles pour les automobilistes, les piétons et les autres usagers de la route?		Oui
Infrastructures piétonnières et dispositifs d'avertissement			
Piétons	Y a-t-il des trottoirs, des allées piétonnières ou des installations à l'intention des piétons au passage à niveau? Si oui, d'un côté ou des deux côtés?		Des trottoirs des deux côtés
	Sont-ils en bon état?		Les trottoirs sont en piètre état
	Quelle est la largeur des trottoirs/allées piétonnières?		Environ 1,5 mètre
	La circulation des piétons est-elle plus dense d'un côté que de l'autre?		Oui, du côté est
	Y a-t-il des objets fixes susceptibles de restreindre la visibilité des piétons à l'approche d'un train dans un sens ou dans l'autre?		Les supports du portique de signalisation

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
	Comment décririez-vous le volume de circulation piétonnière au moment de votre visite du site? (faible, moyen, élevé)		De faible à moyen
	Avez-vous observé des piétons sur le passage à niveau pendant que les dispositifs d'avertissement étaient activés?		Non
Dispositifs d'avertissement	Y a-t-il moyen d'améliorer les dispositifs d'avertissement à l'intention des piétons au passage à niveau?		Installer des panneaux non automatisés avertissant du passage possible d'un autre train
Fonction des routes sécantes			
Fonction	Quelle est la fonction de la route (route locale, artère, autoroute, etc.) du passage à niveau?		Route collectrice principale
	À combien évalue-t-on le débit journalier moyen d'une année (DJMA) sur la route du passage à niveau?		Renseignements non disponibles
Voies	Combien de voies compte la route du passage à niveau?		Deux voies
Vitesse d'exploitation	En vous fondant sur des observations visuelles, à quelle vitesse circulent la plupart des véhicules?		Environ 50 km/h
Volume	Quel volume de circulation routière trouve-t-on à proximité du passage à niveau?		Voie d'accès à la gare GO située au nord du passage à niveau Route est-ouest (rue Railroad) située juste au sud du passage à niveau

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Signalisation	Y a-t-il des panneaux, au passage à niveau, qui sont inexacts, illisibles ou qui portent à confusion?		Non
	Les panneaux sont-ils efficaces/lisibles dans toutes les conditions, y compris le jour, la nuit, sous la pluie, sous éclairage artificiel, etc.?		La visite a eu lieu le jour
Généralités	La route présente-t-elle des conditions particulières qu'il convient de signaler?		On trouve des courbes de tracé en plan à l'approche du passage à niveau, sur la rue Mill

Passage à niveau de la rue Mill – axe sud-nord

Passage à niveau de la rue Mill – axe nord-sud

Panneau d'avertissement à la gare GO de Brampton

Avertissement de l'approche d'un autre train
Liste des éléments de vérification du site
3e Avenue – Île-Perrot, Québec

Renseignements sur la visite du site	
Emplacement de l'étude/Route sécante :	3e Avenue
Autorité(s) ferroviaire(s) :	CN et CP
Subdivision :	18,07 Vaudreuil (CP) et 23,57 Kingston (CN)
Point miliaire :	Voir ci-dessus
Municipalité/Administration routière :	Île-Perrot
Date :	28 mai 2001
Heure :	10 h 30
Examiné par :	R. Brownlee et R. Bégin
Conditions météorologiques et état de la route :	Temps couvert, surface sèche

Élément	**Point à examiner**	√	**Commentaires**
Fonction et alignement des voies ferrées			
Configuration des voies	Combien de voies compte le site? S'agit-il de voies principales, de voies d'évitement, de voies de service, etc.?		Quatre voies (deux du CN et deux du CP) Environ 15 mètres séparent les deux séries de voies
Alignement	Décrivez l'alignement des voies à proximité du passage à niveau.		Alignement rectiligne vers l'ouest et courbe de tracé en plan vers l'est
Visibilité	Y a-t-il des objets fixes qui peuvent réduire la visibilité du conducteur du train?		Oui, des armoires
Trains	Quels types de trains circulent sur cette ligne?		Des trains de marchandises (24 par jour) et des trains de banlieue (26 par jour) sur les voies du CP Des trains de marchandises (32 par jour) et des trains de VIA Rail (18 par jour) sur les voies du CN

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Vitesses d'exploitation	Quelles sont les vitesses d'exploitation types des divers types de trains qui empruntent ce passage à niveau?		De 90 à 105 km/h (trains de marchandises) De 100 à 150 km/h (trains de voyageurs)
Opérations	Les environs du passage à niveau sont-ils le lieu d'opérations inhabituelles ou notables? (manœuvres, garage, entreposage de wagons)		Aucune opération apparente
Événements de type «autre train»	Avez-vous été témoin d'événements de type «autre train» lorsque vous étiez au site?		Non
Incidents comportant un autre train	Avez-vous été témoin d'incidents comportant un autre train lorsque vous étiez au site?		Non
Sifflement	Le sifflet est-il interdit à ce passage à niveau?		Oui
Usages associés aux terrains adjacents			
Usages	Quels sont les usages des terrains adjacents?		Usages de commerce de détail, résidentiel et d'industrie légère au nord du passage à niveau Usage de commerce de détail au sud du passage à niveau de l'autre côté de l'autoroute
	Y a-t-il une gare à proximité du passage à niveau?		Oui, à approximativement 200 mètres à l'ouest
	Où sont situées les aires de stationnement par rapport au passage à niveau?		À côté de la gare. Aucune répercussion sur les activités du passage à niveau
	Quelles sont les principales sources de circulation de véhicules, de piétons et/ou de cyclistes?		Usages de commerce de détail et résidentiel

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Opérations	Y a-t-il des moments dans la journée où les volumes de piétons varient considérablement en fonction des activités associées aux usages adjacents, p. ex., arrivée de trains de voyageurs, changements de quarts, entrée et sortie d'élèves, etc.?		Apparemment non
Systèmes d'avertissement			
Installations existantes	Quels types de dispositifs d'avertissement automatisés équipent le passage à niveau?		Feux clignotants, sonnerie et barrières Aucune barrière intermédiaire entre les deux séries de voies
	Où sont-ils situés par rapport à la route et aux trottoirs/allées piétonnières?		Aucun trottoir comme tel ne traverse le passage à niveau.
	Y a-t-il moyen d'améliorer les systèmes d'avertissement automatisés à ce passage à niveau?		Installer des barrières pour piétons ou des barrières intermédiaires
	Les systèmes d'avertissement automatisés sont-ils clairement visibles pour les automobilistes, les piétons et les autres usagers de la route?		Oui
Circulation	Avez-vous observé la présence de véhicules/piétons dans l'aire fonctionnelle du passage à niveau lorsque les systèmes d'avertissement étaient activés?		Oui, le système d'avertissement est resté activé pendant un bon moment après le passage d'un train de marchandises. On a vu environ cinq véhicules contourner les barrières.

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Dispositifs non automatisés	En dehors des «croix d'avertissement», y a-t-il d'autres dispositifs d'avertissement non automatisés au passage à niveau? Si oui, sont-ils en bon état?		Non
	Où sont-ils installés par rapport à la route et aux trottoirs/allées piétonnières?		s. o.
	Y a-t-il moyen d'améliorer les dispositifs non automatisés à ce passage à niveau?		Indiquer la possibilité du passage d'un autre train
	Les dispositifs non automatisés sont-ils clairement visibles pour les automobilistes, les piétons et les autres usagers de la route?		Oui
Infrastructures piétonnières et dispositifs d'avertissement			
Piétons	Y a-t-il des trottoirs, des allées piétonnières ou des installations à l'intention des piétons au passage à niveau? Si oui, d'un côté ou des deux côtés?		Aucun trottoir ne traverse le passage à niveau; les piétons marchent sur la chaussée ou sur l'accotement en gravier
	Sont-ils en bon état?		s. o.
	Quelle est la largeur des trottoirs/allées piétonnières?		s. o.
	La circulation des piétons est-elle plus dense d'un côté que de l'autre?		Oui, du côté ouest
	Y a-t-il des objets fixes susceptibles de restreindre la visibilité des piétons à l'approche d'un train dans un sens ou dans l'autre?		Oui, des végétaux

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
	Comment décririez-vous le volume de circulation piétonnière au moment de votre visite du site? (faible, moyen, élevé)		Moyen, la visite a eu lieu au milieu de la journée
	Avez-vous observé des piétons sur le passage à niveau pendant que les dispositifs d'avertissement étaient activés?		Non
Dispositifs d'avertissement	Y a-t-il moyen d'améliorer les dispositifs d'avertissement à l'intention des piétons au passage à niveau?		Installer des panneaux non automatisés avertissant du passage d'un autre train
Fonction des routes sécantes			
Fonction	Quelle est la fonction de la route (route locale, artère, autoroute, etc.) du passage à niveau?		Artère secondaire
	À combien évalue-t-on le débit journalier moyen d'une année (DJMA) sur la route du passage à niveau?		Renseignements non disponibles
Voies	Combien de voies compte la route du passage à niveau?		Deux voies
Vitesse d'exploitation	En vous fondant sur des observations visuelles, à quelle vitesse circulent la plupart des véhicules?		Environ 50 km/h
Volume	Quel volume de circulation routière trouve-t-on à proximité du passage à niveau?		Intersections routières immédiatement au nord et au sud du passage à niveau

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Signalisation	Y a-t-il des panneaux, au passage à niveau, qui sont inexacts, illisibles ou qui portent à confusion?		Non
	Les panneaux sont-ils efficaces/lisibles dans toutes les conditions, y compris le jour, la nuit, sous la pluie, sous éclairage artificiel, etc.?		La visite a eu lieu le jour
Généralités	La route présente-t-elle des conditions particulières qu'il convient de signaler?		La route est en oblique par rapport à la voie ferrée

3e Avenue – axe sud-nord

3e Avenue – axe nord-sud

3e Avenue – axe nord-sud, vue vers l'est des voies ferrées nord

3e Avenue – axe nord-sud, vue vers l'ouest des voies ferrées nord

Avertissement de l'approche d'un autre train
Liste des éléments de vérification du site
Avenue Woodland – Beaconsfield, Québec

Renseignements sur la visite du site	
Emplacement de l'étude/Route sécante :	Avenue Woodland
Autorité(s) ferroviaire(s) :	CN et CP
Subdivision :	12,15 Vaudreuil (CP) et 17,52 Kingston (CN)
Point miliaire :	Voir ci-dessus
Municipalité/Administration routière :	Beaconsfield
Date :	28 mai 2001
Heure :	9 h 25
Examiné par :	R. Brownlee et R. Bégin
Conditions météorologiques et état de la route :	Temps couvert, surface sèche

Élément	**Point à examiner**	√	**Commentaires**
Fonction et alignement des voies ferrées			
Configuration des voies	Combien de voies compte le site? S'agit-il de voies principales, de voies d'évitement, de voies de service, etc.?		Quatre voies (deux du CN et deux du CP) Environ 15 mètres séparent les deux séries de voies
Alignement	Décrivez l'alignement des voies à proximité du passage à niveau.		Alignement rectiligne
Visibilité	Y a-t-il des objets fixes qui peuvent réduire la visibilité du conducteur du train?		Armoires La gare à l'ouest
Trains	Quels types de trains circulent sur cette ligne?		Des trains de marchandises (24 par jour) et des trains de banlieue (26 par jour) sur les voies du CP Des trains de marchandises (32 par jour) et des trains de VIA Rail (18 par jour) sur les voies du CN

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Vitesses d'exploitation	Quelles sont les vitesses d'exploitation types des divers types de trains qui empruntent ce passage à niveau?		De 90 à 105 km/h (trains de marchandises) De 100 à 150 km/h (trains de voyageurs)
Opérations	Les environs du passage à niveau sont-ils le lieu d'opérations inhabituelles ou notables? (manœuvres, garage, entreposage de wagons)		Intersections à système de signalisation interconnecté au nord et au sud du passage à niveau
Événements de type «autre train»	Avez-vous été témoin d'événements de type «autre train» lorsque vous étiez au site?		Non
Incidents comportant un autre train	Avez-vous été témoin d'incidents comportant un autre train lorsque vous étiez au site?		Non
Sifflement	Le sifflet est-il interdit à ce passage à niveau?		Oui
Usages associés aux terrains adjacents			
Usages	Quels sont les usages des terrains adjacents?		Usage résidentiel au sud Usage rural au nord avec lotissement en cours d'aménagement
	Y a-t-il une gare à proximité du passage à niveau?		Oui, à l'ouest du passage piétonnier
	Où sont situées les aires de stationnement par rapport au passage à niveau?		Le stationnement est situé à côté de la gare et n'a aucune répercussion sur les activités du passage à niveau. Aire de débarquement
	Quelles sont les principales sources de circulation de véhicules, de piétons et/ou de cyclistes?		Usage résidentiel et gare

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Opérations	Y a-t-il des moments dans la journée où les volumes de piétons varient considérablement en fonction des activités associées aux usages adjacents, p. ex., arrivée de trains de voyageurs, changements de quarts, entrée et sortie d'élèves, etc.?		Les périodes de pointe du matin et de l'après-midi des trains de banlieue
Systèmes d'avertissement			
Installations existantes	Quels types de dispositifs d'avertissement automatisés équipent le passage à niveau?		Feux clignotants, sonnerie et barrières Barrières intermédiaires pour piétons
	Où sont-ils situés par rapport à la route et aux trottoirs/allées piétonnières?		Les barrières sont situées derrière le trottoir du côté ouest de la route.
	Y a-t-il moyen d'améliorer les systèmes d'avertissement automatisés à ce passage à niveau?		
	Les systèmes d'avertissement automatisés sont-ils clairement visibles pour les automobilistes, les piétons et les autres usagers de la route?		Oui
Circulation	Avez-vous observé la présence de véhicules/piétons dans l'aire fonctionnelle du passage à niveau lorsque les systèmes d'avertissement étaient activés?		Non
Dispositifs non automatisés	En dehors des «croix d'avertissement», y a-t-il d'autres dispositifs d'avertissement non automatisés au passage à niveau? Si oui, sont-ils en bon état?		Oui, des panneaux indicateurs de doubles voies. Voir les photos.

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
	Où sont-ils installés par rapport à la route et aux trottoirs/allées piétonnières?		Du côté droit des allées piétonnières, certains panneaux sont un peu bas
	Y a-t-il moyen d'améliorer les dispositifs non automatisés à ce passage à niveau?		Indiquer la possibilité du passage d'un autre train. Fixer le panneau à une hauteur standard
	Les dispositifs non automatisés sont-ils clairement visibles pour les automobilistes, les piétons et les autres usagers de la route?		Oui
Infrastructures piétonnières et dispositifs d'avertissement			
Piétons	Y a-t-il des trottoirs, des allées piétonnières ou des installations à l'intention des piétons au passage à niveau? Si oui, d'un côté ou des deux côtés?		Du côté ouest seulement
	Sont-ils en bon état?		Oui
	Quelle est la largeur des trottoirs/allées piétonnières?		2 mètres
	La circulation des piétons est-elle plus dense d'un côté que de l'autre?		Oui, du côté ouest
	Y a-t-il des objets fixes susceptibles de restreindre la visibilité des piétons à l'approche d'un train dans un sens ou dans l'autre?		Éléments d'infrastructure de la gare et armoires techniques
	Comment décririez-vous le volume de circulation piétonnière au moment de votre visite du site? (faible, moyen, élevé)		Faible, la visite eu lieu le matin

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
	Avez-vous observé des piétons sur le passage à niveau pendant que les dispositifs d'avertissement étaient activés?		Non
Dispositifs d'avertissement	Y a-t-il moyen d'améliorer les dispositifs d'avertissement à l'intention des piétons au passage à niveau?		Installer des panneaux non automatisés avertissant du passage possible d'un autre train
Fonction des routes sécantes			
Fonction	Quelle est la fonction de la route (route locale, artère, autoroute, etc.) du passage à niveau?		Route collectrice
	À combien évalue-t-on le débit journalier moyen d'une année (DJMA) sur la route du passage à niveau?		Renseignements non disponibles
Voies	Combien de voies compte la route du passage à niveau?		Deux voies au passage à niveau Quatre voies immédiatement au sud du passage à niveau
Vitesse d'exploitation	En vous fondant sur des observations visuelles, à quelle vitesse circulent la plupart des véhicules?		Moins de 50 km/h
Volume	Quel volume de circulation routière trouve-t-on à proximité du passage à niveau?		On trouve des intersections immédiatement au nord et au sud du passage à niveau
Signalisation	Y a-t-il des panneaux, au passage à niveau, qui sont inexacts, illisibles ou qui portent à confusion?		Non

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
	Les panneaux sont-ils efficaces/lisibles dans toutes les conditions, y compris le jour, la nuit, sous la pluie, sous éclairage artificiel, etc.?		La visite a eu lieu le jour
Généralités	La route présente-t-elle des conditions particulières qu'il convient de signaler?		Interconnexion des feux de signalisation avec l'équipement ferroviaire

Avenue Woodland – axe sud-nord

Avenue Woodland – axe nord-sud

Avenue Woodland – axe sud-nord, trottoir côté est

Avenue Woodland – axe nord-sud, trottoir côté ouest

Avenue Woodland – côté nord, vue vers l'est

Avenue Woodland – côté nord, vue vers l'ouest

Avertissement de l'approche d'un autre train
Liste des éléments de vérification du site
Avenue Wilderton – Montréal, Québec

Renseignements sur la visite du site	
Emplacement de l'étude/Route sécante :	Avenue Wilderton
Autorité(s) ferroviaire(s) :	CP
Subdivision :	Adirondack
Point miliaire :	48,81
Municipalité/Administration routière :	Montréal
Date :	28 mai 2001
Heure :	13 h
Examiné par :	R. Brownlee et R. Bégin
Conditions météorologiques et état de la route :	Temps couvert, surface sèche

Élément	**Point à examiner**	√	**Commentaires**
Fonction et alignement des voies ferrées			
Configuration des voies	Combien de voies compte le site? S'agit-il de voies principales, de voies d'évitement, de voies de service, etc.?		Deux voies principales et une voie d'évitement
Alignement	Décrivez l'alignement des voies à proximité du passage à niveau.		Alignement rectiligne vers l'ouest et courbe de tracé en plan vers l'est
Visibilité	Y a-t-il des objets fixes qui peuvent réduire la visibilité du conducteur du train?		Panneaux et quincaillerie
Trains	Quels types de trains circulent sur cette ligne?		Trains de voyageurs (10 par jour) et trains de marchandises (20 par jour)
Vitesses d'exploitation	Quelles sont les vitesses d'exploitation types des divers types de trains qui empruntent ce passage à niveau?		50 km/h (trains de marchandises) 80 km/h (trains de voyageurs)

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Opérations	Les environs du passage à niveau sont-ils le lieu d'opérations inhabituelles ou notables? (manœuvres, garage, entreposage de wagons)		Intersections routières situées très près au nord et au sud du passage à niveau
Événements de type «autre train»	Avez-vous été témoin d'événements de type «autre train» lorsque vous étiez au site?		Non
Incidents comportant un autre train	Avez-vous été témoin d'incidents comportant un autre train lorsque vous étiez au site?		Non
Sifflement	Le sifflet est-il interdit à ce passage à niveau?		Oui
Usages associés aux terrains adjacents			
Usages	Quels sont les usages des terrains adjacents?		Usage résidentiel : combinaison de maisons en rangée, d'habitations unifamiliales et d'immeubles en hauteur Quelques immeubles à bureaux La gare Canora (transport de voyageurs sur la ligne ferroviaire électrifiée du CN) est située au nord-ouest du passage à niveau
	Y a-t-il une gare à proximité du passage à niveau?		Non, pas sur cette ligne (voir toutefois ci-dessus)
	Où sont situées les aires de stationnement par rapport au passage à niveau?		s. o.
	Quelles sont les principales sources de circulation de véhicules, de piétons et/ou de cyclistes?		Usage résidentiel

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Opérations	Y a-t-il des moments dans la journée où les volumes de piétons varient considérablement en fonction des activités associées aux usages adjacents, p. ex., arrivée de trains de voyageurs, changements de quarts, entrée et sortie d'élèves, etc.?		Les périodes de pointe du matin et de l'après-midi
Systèmes d'avertissement			
Installations existantes	Quels types de dispositifs d'avertissement automatisés équipent le passage à niveau?		Feux clignotants, sonnerie et barrières
	Où sont-ils situés par rapport à la route et aux trottoirs/allées piétonnières?		Derrière les trottoirs
	Y a-t-il moyen d'améliorer les systèmes d'avertissement automatisés à ce passage à niveau?		
	Les systèmes d'avertissement automatisés sont-ils clairement visibles pour les automobilistes, les piétons et les autres usagers de la route?		Oui
Circulation	Avez-vous observé la présence de véhicules/piétons dans l'aire fonctionnelle du passage à niveau lorsque les systèmes d'avertissement étaient activés?		Non
Dispositifs non automatisés	En dehors des «croix d'avertissement», y a-t-il d'autres dispositifs d'avertissement non automatisés au passage à niveau? Si oui, sont-ils en bon état?		Non

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
	Où sont-ils installés par rapport à la route et aux trottoirs/allées piétonnières?		s. o.
	Y a-t-il moyen d'améliorer les dispositifs non automatisés à ce passage à niveau?		Indiquer la possibilité du passage d'un autre train
	Les dispositifs non automatisés sont-ils clairement visibles pour les automobilistes, les piétons et les autres usagers de la route?		s. o.
Infrastructures piétonnières et dispositifs d'avertissement			
Piétons	Y a-t-il des trottoirs, des allées piétonnières ou des installations à l'intention des piétons au passage à niveau? Si oui, d'un côté ou des deux côtés?		Des deux côtés du passage à niveau
	Sont-ils en bon état?		Oui
	Quelle est la largeur des trottoirs/allées piétonnières?		1,5 mètre
	La circulation des piétons est-elle plus dense d'un côté que de l'autre?		Non
	Y a-t-il des objets fixes susceptibles de restreindre la visibilité des piétons à l'approche d'un train dans un sens ou dans l'autre?		Un peu
	Comment décririez-vous le volume de circulation piétonnière au moment de votre visite du site? (faible, moyen, élevé)		Faible, la visite a eu lieu au milieu de la journée

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
	Avez-vous observé des piétons sur le passage à niveau pendant que les dispositifs d'avertissement étaient activés?		Non
Dispositifs d'avertis-sement	Y a-t-il moyen d'améliorer les dispositifs d'avertissement à l'intention des piétons au passage à niveau?		Installer des panneaux non automatisés avertissant du passage possible d'un autre train
Fonction des routes sécantes			
Fonction	Quelle est la fonction de la route (route locale, artère, autoroute, etc.) du passage à niveau?		Artère
	À combien évalue-t-on le débit journalier moyen d'une année (DJMA) sur la route du passage à niveau?		Renseignements non disponibles
Voies	Combien de voies compte la route du passage à niveau?		Quatre voies
Vitesse d'exploitation	En vous fondant sur des observations visuelles, à quelle vitesse circulent la plupart des véhicules?		Lente, en raison des intersections adjacentes
Volume	Quel volume de circulation routière trouve-t-on à proximité du passage à niveau?		Élevé
Signalisation	Y a-t-il des panneaux, au passage à niveau, qui sont inexacts, illisibles ou qui portent à confusion?		Non
	Les panneaux sont-ils efficaces/lisibles dans toutes les conditions, y compris le jour, la nuit, sous la pluie, sous éclairage artificiel, etc.?		La visite a eu lieu le jour

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Généralités	La route présente-t-elle des conditions particulières qu'il convient de signaler?		Interconnexion des feux de signalisation

Avenue Wilderton – axe sud-nord

Avenue Wilderton – axe nord-sud

Avenue Wilderton – côté nord, vue vers l'ouest

Avertissement de l'approche d'un autre train
Liste des éléments de vérification du site
Avenue O'Brien – Ville Saint-Laurent, Québec

Renseignements sur la visite du site	
Emplacement de l'étude/Route sécante :	Avenue O'Brien
Autorité(s) ferroviaire(s) :	CN
Subdivision :	Deux-Montagnes
Point miliaire :	7,57
Municipalité/Administration routière :	Ville Saint-Laurent
Date :	28 mai 2001
Heure :	14 h
Examiné par :	R. Brownlee et R. Bégin
Conditions météorologiques et état de la route :	Temps couvert, surface sèche

Élément	**Point à examiner**	√	**Commentaires**
Fonction et alignement des voies ferrées			
Configuration des voies	Combien de voies compte le site? S'agit-il de voies principales, de voies d'évitement, de voies de service, etc.?		Deux voies ferrées principales électrifiées
Alignement	Décrivez l'alignement des voies à proximité du passage à niveau.		Alignement rectiligne vers l'ouest et courbe de tracé en plan vers l'est
Visibilité	Y a-t-il des objets fixes qui peuvent réduire la visibilité du conducteur du train?		Poteaux électriques
Trains	Quels types de trains circulent sur cette ligne?		Des trains de banlieue (50 par jour) et des trains de marchandises
Vitesses d'exploitation	Quelles sont les vitesses d'exploitation types des divers types de trains qui empruntent ce passage à niveau?		65 km/h (trains de marchandises) 100 km/h (trains de voyageurs)

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Opérations	Les environs du passage à niveau sont-ils le lieu d'opérations inhabituelles ou notables? (manœuvres, garage, entreposage de wagons)		Zone de manœuvre à l'ouest
Événements de type «autre train»	Avez-vous été témoin d'événements de type «autre train» lorsque vous étiez au site?		Non
Incidents comportant un autre train	Avez-vous été témoin d'incidents comportant un autre train lorsque vous étiez au site?		Non
Sifflement	Le sifflet est-il interdit à ce passage à niveau?		Oui
Usages associés aux terrains adjacents			
Usages	Quels sont les usages des terrains adjacents?		Usage résidentiel et usage commercial
	Y a-t-il une gare à proximité du passage à niveau?		Non
	Où sont situées les aires de stationnement par rapport au passage à niveau?		s. o.
	Quelles sont les principales sources de circulation de véhicules, de piétons et/ou de cyclistes?		Commerces de détail et usage résidentiel
Opérations	Y a-t-il des moments dans la journée où les volumes de piétons varient considérablement en fonction des activités associées aux usages adjacents, p. ex., arrivée de trains de voyageurs, changements de quarts, entrée et sortie d'élèves, etc.?		Apparemment pas

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Systèmes d'avertissement			
Installations existantes	Quels types de dispositifs d'avertissement automatisés équipent le passage à niveau?		Feux clignotants, sonnerie et barrières
	Où sont-ils situés par rapport à la route et aux trottoirs/allées piétonnières?		Devant les trottoirs
	Y a-t-il moyen d'améliorer les systèmes d'avertissement automatisés à ce passage à niveau?		Déplacer les barrières du côté extérieur des trottoirs
	Les systèmes d'avertissement automatisés sont-ils clairement visibles pour les automobilistes, les piétons et les autres usagers de la route?		Oui
Circulation	Avez-vous observé la présence de véhicules/piétons dans l'aire fonctionnelle du passage à niveau lorsque les systèmes d'avertissement étaient activés?		Non
Dispositifs non automatisés	En dehors des «croix d'avertissement», y a-t-il d'autres dispositifs d'avertissement non automatisés au passage à niveau? Si oui, sont-ils en bon état?		Non
	Où sont-ils installés par rapport à la route et aux trottoirs/allées piétonnières?		s. o.
	Y a-t-il moyen d'améliorer les dispositifs non automatisés à ce passage à niveau?		Indiquer la possibilité du passage d'un autre train

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
	Les dispositifs non automatisés sont-ils clairement visibles pour les automobilistes, les piétons et les autres usagers de la route?		s. o.
Infrastructures piétonnières et dispositifs d'avertissement			
Piétons	Y a-t-il des trottoirs, des allées piétonnières ou des installations à l'intention des piétons au passage à niveau? Si oui, d'un côté ou des deux côtés?		Des deux côtés du passage à niveau
	Sont-ils en bon état?		Oui
	Quelle est la largeur des trottoirs/allées piétonnières?		2 mètres
	La circulation des piétons est-elle plus dense d'un côté que de l'autre?		Non
	Y a-t-il des objets stationnaires susceptibles de restreindre la visibilité des piétons à l'approche d'un train dans un sens ou dans l'autre?		Non
	Comment décririez-vous le volume de circulation piétonnière au moment de votre visite du site? (faible, moyen, élevé)		Moyen, la visite a eu lieu au milieu de la journée
	Avez-vous observé des piétons sur le passage à niveau pendant que les dispositifs d'avertissement étaient activés?		Non
Dispositifs d'avertissement	Y a-t-il moyen d'améliorer les dispositifs d'avertissement à l'intention des piétons au passage à niveau?		Installer des panneaux non automatisés avertissant du passage possible d'un autre train

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Fonction des routes sécantes			
Fonction	Quelle est la fonction de la route (route locale, artère, autoroute, etc.) du passage à niveau?		Artère
	À combien évalue-t-on le débit journalier moyen d'une année (DJMA) sur la route du passage à niveau?		Renseignements non disponibles
Voies	Combien de voies compte la route du passage à niveau?		Deux voies
Vitesse d'exploitation	En vous fondant sur des observations visuelles, à quelle vitesse circulent la plupart des véhicules?		Environ 50 km/h
Volume	Quel volume de circulation routière trouve-t-on à proximité du passage à niveau?		Élevé
Signalisation	Y a-t-il des panneaux, au passage à niveau, qui sont inexacts, illisibles ou qui portent à confusion?		Non
	Les panneaux sont-ils efficaces/lisibles dans toutes les conditions, y compris le jour, la nuit, sous la pluie, sous éclairage artificiel, etc.?		La visite a eu lieu le jour
Généralités	La route présente-t-elle des conditions particulières qu'il convient de signaler?		Aucune condition particulière en apparence

Avenue O'Brien – axe sud-nord

Avenue O'Brien – axe nord-sud

Avenue O'Brien – côté sud, vue vers l'ouest

Avenue O'Brien – axe nord-sud, trottoir ouest

Avertissement de l'approche d'un autre train
Liste des éléments de vérification du site
Avenue Westminster/rue Elmhurst – Montréal, Québec

Renseignements sur la visite du site	
Emplacement de l'étude/Route sécante :	Avenue Westminster/rue Elmhurst
Autorité(s) ferroviaire(s) :	CP
Subdivision :	0,04 Vaudreuil et 4,48 Westmount
Point miliaire :	Voir ci-dessus
Municipalité/Administration routière :	Montréal
Date :	28 mai 2001
Heure :	12 h
Examiné par :	R. Brownlee et R. Bégin
Conditions météorologiques et état de la route :	Temps couvert et surface sèche

Élément	**Point à examiner**	√	**Commentaires**
Fonction et alignement des voies ferrées			
Configuration des voies	Combien de voies compte le site? S'agit-il de voies principales, de voies d'évitement, de voies de service, etc.?		Trois voies principales Gare de Montréal-Ouest
Alignement	Décrivez l'alignement des voies à proximité du passage à niveau.		Alignement rectiligne vers l'est Courbe de tracé en plan vers l'ouest à l'approche de l'avenue Westminster
Visibilité	Y a-t-il des objets fixes qui peuvent réduire la visibilité du conducteur du train?		Rue Elmhurst : arbres, clôtures, panneaux, gare Avenue Westminster : clôtures, arbres, poteaux
Trains	Quels types de trains circulent sur cette ligne?		Des trains de banlieue (36 par jour), dont 10 ne s'arrêtent pas à la gare

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Vitesses d'exploitation	Quelles sont les vitesses d'exploitation types des divers types de trains qui empruntent ce passage à niveau?		De 0 à 30 km/h
Opérations	Les environs du passage à niveau sont-ils le lieu d'opérations inhabituelles ou notables? (manœuvres, garage, entreposage de wagons)		Non
Événements de type «autre train»	Avez-vous été témoin d'événements de type «autre train» lorsque vous étiez au site?		Non
Incidents comportant un autre train	Avez-vous été témoin d'incidents comportant un autre train lorsque vous étiez au site?		Non
Sifflement	Le sifflet est-il interdit à ce passage à niveau?		Oui
Usages associés aux terrains adjacents			
Usages	Quels sont les usages des terrains adjacents?		Rue Elmhurst : secteur résidentiel constitué d'immeubles de grande hauteur et de hauteur moyenne, parc Avenue Westminster : usages commercial, résidentiel, bureaux
	Y a-t-il une gare à proximité du passage à niveau?		La gare de Montréal-Ouest est située entre les passages à niveau de la rue Elmhurst et de l'avenue Westminster
	Où sont situées les aires de stationnement par rapport au passage à niveau?		Aire de stationnement au sud de la rue Elmhurst

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
	Quelles sont les principales sources de circulation de véhicules, de piétons et/ou de cyclistes?		Usage résidentiel
Opérations	Y a-t-il des moments dans la journée où les volumes de piétons varient considérablement en fonction des activités associées aux usages adjacents, p. ex., arrivée de trains de voyageurs, changements de quarts, entrée et sortie d'élèves, etc.?		Les périodes de pointe du matin et de l'après-midi
Systèmes d'avertissement			
Installations existantes	Quels types de dispositifs d'avertissement automatisés équipent le passage à niveau?		Rue Elmhurst : sonnerie et barrières Avenue Westminster : sonnerie et barrières, une barrière pour piétons sur le trottoir du côté sud-ouest
	Où sont-ils situés par rapport à la route et aux trottoirs/allées piétonnières?		Derrière les trottoirs, rue Elmhurst Barrière pour piétons à l'angle sud-ouest, avenue Westminster
	Y a-t-il moyen d'améliorer les systèmes d'avertissement automatisés à ce passage à niveau?		Installer des barrières sur les deux côtés de la rue Elmhurst
	Les systèmes d'avertissement automatisés sont-ils clairement visibles pour les automobilistes, les piétons et les autres usagers de la route?		Oui
Circulation	Avez-vous observé la présence de véhicules/piétons dans l'aire fonctionnelle du passage à niveau lorsque les systèmes d'avertissement étaient activés?		Non

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Dispositifs non automatisés	En dehors des «croix d'avertissement», y a-t-il d'autres dispositifs d'avertissement non automatisés au passage à niveau? Si oui, sont-ils en bon état?		Oui, à celui de la rue Elmhurst Non, à celui de l'avenue Westminster
	Où sont-ils installés par rapport à la route et aux trottoirs/allées piétonnières?		
	Y a-t-il moyen d'améliorer les dispositifs non automatisés à ce passage à niveau?		Indiquer la possibilité du passage d'un autre train
	Les dispositifs non automatisés sont-ils clairement visibles pour les automobilistes, les piétons et les autres usagers de la route?		Oui
Infrastructures piétonnières et dispositifs d'avertissement			
Piétons	Y a-t-il des trottoirs, des allées piétonnières ou des installations à l'intention des piétons au passage à niveau? Si oui, d'un côté ou des deux côtés?		Des deux côtés de chaque passage à niveau
	Sont-ils en bon état?		Oui
	Quelle est la largeur des trottoirs/allées piétonnières?		Environ 1,5 mètre
	La circulation des piétons est-elle plus dense d'un côté que de l'autre?		Non
	Y a-t-il des objets fixes susceptibles de restreindre la visibilité des piétons à l'approche d'un train dans un sens ou dans l'autre?		Poteaux, clôtures et gare aux deux emplacements

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
	Comment décririez-vous le volume de circulation piétonnière au moment de votre visite du site? (faible, moyen, élevé)		Un niveau élevé aux deux emplacements
	Avez-vous observé des piétons sur le passage à niveau pendant que les dispositifs d'avertissement étaient activés?		Non
Dispositifs d'avertissement	Y a-t-il moyen d'améliorer les dispositifs d'avertissement à l'intention des piétons au passage à niveau?		Installer des panneaux non automatisés avertissant du passage possible d'un autre train
Fonction des routes sécantes			
Fonction	Quelle est la fonction de la route (route locale, artère, autoroute, etc.) du passage à niveau?		Artères
	À combien évalue-t-on le débit journalier moyen d'une année (DJMA) sur la route du passage à niveau?		Renseignements non disponibles
Voies	Combien de voies compte la route du passage à niveau?		Deux voies
Vitesse d'exploitation	En vous fondant sur des observations visuelles, à quelle vitesse circulent la plupart des véhicules?		Rue Elmhurst : de 40 à 50 km/h Avenue Westminster : 50 km/h
Volume	Quel volume de circulation routière trouve-t-on à proximité du passage à niveau?		Élevé : routes et voies d'accès au parc, aux propriétés et aux bureaux
Signalisation	Y a-t-il des panneaux, au passage à niveau, qui sont inexacts, illisibles ou qui portent à confusion?		Non

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
	Les panneaux sont-ils efficaces/lisibles dans toutes les conditions, y compris le jour, la nuit, sous la pluie, sous éclairage artificiel, etc.?		La visite a eu lieu le jour
Généralités	La route présente-t-elle des conditions particulières qu'il convient de signaler?		Les routes se trouvent légèrement en oblique par rapport aux voies ferrées Des policiers patrouillent le passage à niveau de la rue Elmhurst pour empêcher les piétons de pénétrer dans la zone des voies ferrées pendant la période d'activation des signaux

Rue Elmhurst – axe sud-nord

Rue Elmhurst – axe nord-sud

Rue Elmhurst – côté nord, vue vers l'est

Avenue Westminster – côté nord, vue vers l'ouest

Avenue Westminster – côté nord, vue vers l'est

Avenue Westminster – côté sud, vue vers l'est

Avertissement de l'approche d'un autre train
Liste des éléments de vérification du site
Gare de Baie d'Urfé – Baie d'Urfé, Québec

Renseignements sur la visite du site	
Emplacement de l'étude/Route sécante :	Passage à niveau réservé aux piétons de la gare de Baie d'Urfé
Autorité(s) ferroviaire(s) :	CN et CP
Subdivision :	13,8 Vaudreuil (CP) et 19,21 Kingston (CN)
Point miliaire :	Voir ci-dessus
Municipalité/Administration routière :	Baie d'Urfé
Date :	28 mai 2001
Heure :	10 h
Examiné par :	R. Brownlee et R. Bégin
Conditions météorologiques et état de la route :	Temps couvert et surface sèche

Élément	**Point à examiner**	√	**Commentaires**
Fonction et alignement des voies ferrées			
Configuration des voies	Combien de voies compte le site? S'agit-il de voies principales, de voies d'évitement, de voies de service, etc.?		Quatre voies (deux du CN et deux du CP) Environ 15 mètres séparent les deux séries de voies
Alignement	Décrivez l'alignement des voies à proximité du passage à niveau.		Alignement rectiligne
Visibilité	Y a-t-il des objets fixes qui peuvent réduire la visibilité du conducteur du train?		Armoires Installations de la gare à l'est Quelques arbres
Trains	Quels types de trains circulent sur cette ligne?		Des trains de marchandises (24 par jour) et des trains de banlieue (26 par jour) sur les voies du CP Des trains de marchandises (32 par jour) et des trains de VIA Rail (18 par jour) sur les voies du CN

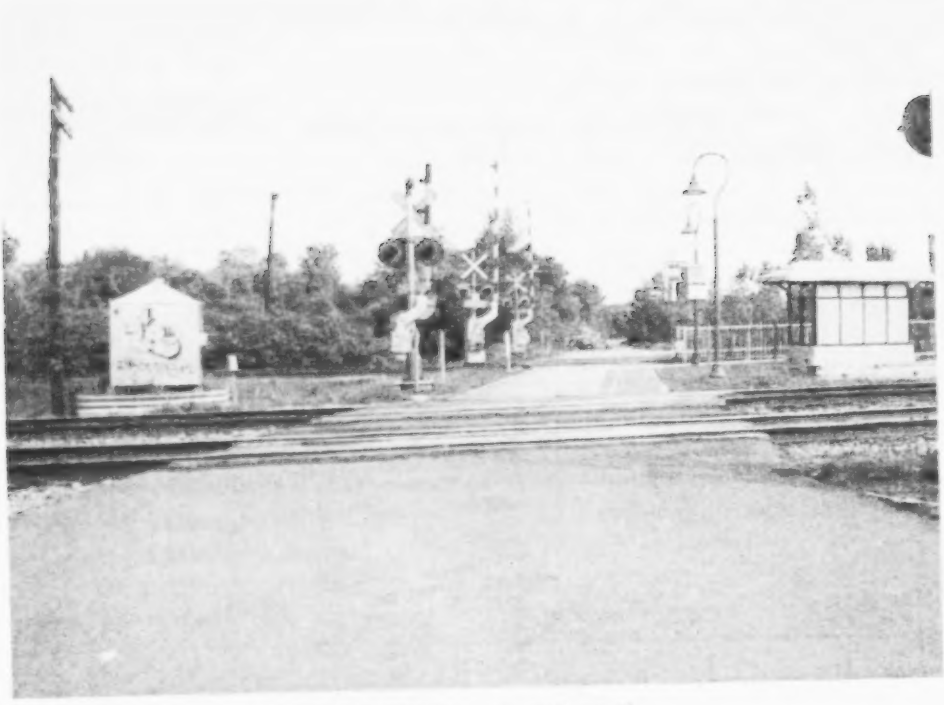
Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Vitesses d'exploitation	Quelles sont les vitesses d'exploitation types des divers types de trains qui empruntent ce passage à niveau?		De 90 à 105 km/h (trains de marchandises) De 100 à 150 km/h (trains de voyageurs)
Opérations	Les environs du passage à niveau sont-ils le lieu d'opérations inhabituelles ou notables? (manœuvres, garage, entreposage de wagons)		Passage à niveau réservé aux piétons
Événements de type «autre train»	Avez-vous été témoin d'événements de type «autre train» lorsque vous étiez au site?		Non
Incidents comportant un autre train	Avez-vous été témoin d'incidents comportant un autre train lorsque vous étiez au site?		Non
Sifflement	Le sifflet est-il interdit à ce passage à niveau?		Oui
Usages associés aux terrains adjacents			
Usages	Quels sont les usages des terrains adjacents?		Usage résidentiel au sud Présence d'une autoroute immédiatement au sud Usage rural au nord avec allée piétonnière vers le secteur industriel
	Y a-t-il une gare à proximité du passage à niveau?		Oui, à l'est du passage à niveau
	Où sont situées les aires de stationnement par rapport au passage à niveau?		Aucune aire de stationnement
	Quelles sont les principales sources de circulation de véhicules, de piétons et/ou de cyclistes?		Usage résidentiel et gare

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Opérations	Y a-t-il des moments dans la journée où les volumes de piétons varient considérablement en fonction des activités associées aux usages adjacents, p. ex., arrivée de trains de voyageurs, changements de quarts, entrée et sortie d'élèves, etc.?		Les périodes de pointe du matin et de l'après-midi des trains de banlieue
Systèmes d'avertissement			
Installations existantes	Quels types de dispositifs d'avertissement automatisés équipent le passage à niveau?		Feux clignotants, sonnerie et barrières Barrières intermédiaires pour piétons (partielles)
	Où sont-ils situés par rapport à la route et aux trottoirs/allées piétonnières?		s. o.
	Y a-t-il moyen d'améliorer les systèmes d'avertissement automatisés à ce passage à niveau?		Allonger les barrières pour qu'elles couvrent toute la largeur du passage pour piétons
	Les systèmes d'avertissement automatisés sont-ils clairement visibles pour les automobilistes, les piétons et les autres usagers de la route?		Oui, pour les piétons
Circulation	Avez-vous observé la présence de véhicules/piétons dans l'aire fonctionnelle du passage à niveau lorsque les systèmes d'avertissement étaient activés?		Non

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
Dispositifs non automatisés	*En dehors des «croix d'avertissement», y a-t-il d'autres dispositifs d'avertissement non automatisés au passage à niveau? Si oui, sont-ils en bon état?*		*Oui, des panneaux indicateurs de doubles voies. Voir les photos.*
	Où sont-ils installés par rapport à la route et aux trottoirs/allées piétonnières?		Du côté droit des allées piétonnières, certains panneaux sont fixés un peu bas
	Y a-t-il moyen d'améliorer les dispositifs non automatisés à ce passage à niveau?		Indiquer la possibilité du passage d'un autre train. Fixer le panneau à une hauteur standard. Ajouter des panneaux du côté sud.
	Les dispositifs non automatisés sont-ils clairement visibles pour les automobilistes, les piétons et les autres usagers de la route?		Oui
Infrastructures piétonnières et dispositifs d'avertissement			
Piétons	Y a-t-il des trottoirs, des allées piétonnières ou des installations à l'intention des piétons au passage à niveau? Si oui, d'un côté ou des deux côtés?		Une allée piétonnière
	Sont-ils en bon état?		Oui
	Quelle est la largeur des trottoirs/allées piétonnières?		De 3 à 4 mètres
	La circulation des piétons est-elle plus dense d'un côté que de l'autre?		Non
	Y a-t-il des objets fixes susceptibles de restreindre la visibilité des piétons à l'approche d'un train dans un sens ou dans l'autre?		Éléments d'infrastructure de la gare et armoires techniques

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
	Comment décririez-vous le volume de circulation piétonnière au moment de votre visite du site? (faible, moyen, élevé)		Aucune activité piétonnière, la visite a eu lieu le matin
	Avez-vous observé des piétons sur le passage à niveau pendant que les dispositifs d'avertissement étaient activés?		Non
Dispositifs d'avertissement	Y a-t-il moyen d'améliorer les dispositifs d'avertissement à l'intention des piétons au passage à niveau?		Installer des panneaux non automatisés avertissant du passage possible d'un autre train
Fonction des routes sécantes			
Fonction	Quelle est la fonction de la route (route locale, artère, autoroute, etc.) du passage à niveau?		s. o.
	À combien évalue-t-on le débit journalier moyen d'une année (DJMA) sur la route du passage à niveau?		s. o.
Voies	Combien de voies compte la route du passage à niveau?		s. o.
Vitesse d'exploitation	En vous fondant sur des observations visuelles, à quelle vitesse circulent la plupart des véhicules?		s. o.
Volume	Quel volume de circulation routière trouve-t-on à proximité du passage à niveau?		s. o.
Signalisation	Y a-t-il des panneaux, au passage à niveau, qui sont inexacts, illisibles ou qui portent à confusion?		Non

Élément	Point à examiner	√	Commentaires
	Les panneaux sont-ils efficaces/lisibles dans toutes les conditions, y compris le jour, la nuit, sous la pluie, sous éclairage artificiel, etc.?		La visite a eu lieu le jour
Généralités	La route présente-t-elle des conditions particulières qu'il convient de signaler?		s. o.



Baie d'Urfé – axe sud-nord

Baie d'Urfé – axe nord-sud

Baie d'Urfé – allée piétonnière vers le nord

Baie d'Urfé – panneaux installés

Baie d'Urfé – côté sud, vue vers l'est

Baie d'Urfé – côté sud, vue vers l'ouest

Baie d'Urfé – côté sud, vue vers l'ouest

Baie d'Urfé – tunnel pour piétons menant au niveau de la rue, côté sud

ANNEXE D

EXPOSÉ SOMMAIRE DE LA MÉTHODE D'ÉVALUATION DU RISQUE RELATIF

Introduction

Cette annexe expose sommairement le principe de base de l'indicateur de performance fondé sur le «risque relatif» et de son utilisation pour mesurer l'efficacité des correctifs et des contre-mesures. Pour un exposé détaillé des principes fondamentaux de l'indicateur de performance fondé sur le risque relatif, le lecteur est prié de consulter la publication intitulée *Methodological Approaches for the Estimation, Evaluation, Interpretation and Accuracy Assessment of Road Travel 'Basic Risk', 'Relative Risk' and 'Relative Risk Odds-Ratio' Performance Measure Indicators: A 'Risk Analysis and Evaluation System Model' for Measuring, Monitoring, Comparing and Evaluating the Level(s) of Safety on Canada's Roads and Highways* (Stewart, 1998, voir la section «Références» du présent rapport).

Pour des raisons de simplicité, l'exposé qui suit utilise un exemple du domaine routier. Cependant, il faut reconnaître que ces principes peuvent s'appliquer à de nombreux domaines du monde réel.

Principe de base de l'indicateur de performance fondé sur le «risque relatif» de conduite routière (RR^P)

Le principe de l'estimateur du «risque relatif de conduite routière» est de comparer le *risque d'être impliqué dans un incident* pour deux entités (ou groupes d'entités) qui utilisent le réseau routier. Essentiellement, on calcule tout d'abord l'*estimateur du «risque fondamental» de conduite routière* pour les deux entités (ou groupes d'entités). On compare ensuite les deux indicateurs ainsi obtenus en formant un ratio avec eux (c'est-à-dire en les divisant l'un par l'autre). C'est ce qu'on appelle le *risque relatif*. Cette mesure — *indicateur de performance fondé sur le risque relatif de conduite routière* — indique le *différentiel de niveau(x) de risque de conduite routière (ou de niveau(x) de sécurité) entre les deux entités (ou groupes d'entités).*

Calcul de RR^P

La formule mathématique qui sert à révéler un *différentiel de risque de conduite routière* entre les deux groupes d'entités étudiés, par exemple «groupe 1» (TG_1) et «groupe 2» (TG_2), est définie par l'équation (1).

$$RR^P(I|TG_{12}) = \frac{p(I|TG_1)}{p(E|TG_1)} \div \frac{p(I|TG_2)}{p(E|TG_2)} \qquad \text{(D-1)}$$

où

$RR^P(I|TG_{12})$ est l'estimateur du différentiel de risque de conduite routière entre les groupes d'entités TG_1 et TG_2 (indicateur de performance proportionnel fondé sur le risque relatif de conduite routière);

$p(I|TG_1)$ est la proportion des incidents (décès, blessures, collisions, infractions) pour le groupe 1;

$p(I|TG_2)$ est la proportion des incidents (décès, blessures, collisions, infractions) pour le groupe 2;

$p(E|TG_1)$ est la proportion de l'«exposition (au risque)» pour le groupe 1;

$p(E|TG_2)$ est la proportion de l'«exposition (au risque)» pour le groupe 2.

Le groupe 1 correspond à la période qui suit la mise en oeuvre du correctif;

le groupe 2 correspond à la période qui précède la mise en oeuvre du correctif.

Précision de *RR^P*

Les limites de confiance (inférieure et supérieure) à 95 % de l'estimation de $RR^P(I|TG_{1,2})$ sont définies par les équations (2) et (3) respectivement.

$$RR^P(I|TG_{1,2})_{[L,95\%]} = e^{\left[\ln_e\left[RR^P(I|TG_{1,2})\right] - 1.96 * \sigma\left(\ln_e\left[RR^P(I|TG_{1,2})\right]\right)\right]} \quad \text{(D-2)}$$

$$RR^P(I|TG_{1,2})_{[U,95\%]} = e^{\left[\ln_e\left[RR^P(I|TG_{1,2})\right] + 1.96 * \sigma\left(\ln_e\left[RR^P(I|TG_{1,2})\right]\right)\right]} \quad \text{(D-3)}$$

où

$$\sigma\left(\ln_e\left[RR^P(I|TG_{1,2})\right]\right) = \sqrt{\sigma^2\left(\ln_e\left[RR^P(I|TG_{1,2})\right]\right)} \quad \text{(D-4)}$$

$$\sigma^2\left(\ln_e\left[RR^P(I|TG_{1,2})\right]\right) = \sum_{k=1}^{2}\left\{1/p(I|TG_k)\right\}^2 * \sigma^2\left(p(I|TG_k)\right)_i' + \sum_{k=1}^{2}\left\{1/p(E|TG_k)\right\}^2 * \sigma^2\left(p(E|TG_k)\right)_i' \quad \text{(D-5)}$$

Nota : Il n'est pas essentiel que le lecteur comprenne en détail le calcul des limites de confiance, mais il importe de comprendre l'importance de ces limites dans l'interprétation de la précision des résultats. On trouvera ci-dessous d'autres explications et des exemples d'application de la méthode de calcul des limites de confiance.

Interprétation de RR^P

HYPOTHÈSES

Aucune hypothèse n'est requise pour justifier ou interpréter les valeurs calculées de l'*estimateur de performance proportionnel fondé sur le risque relatif de conduite routière*.

LIMITES/RESTRICTIONS

L'interprétation de l'*estimateur de performance proportionnel fondé sur le risque relatif de conduite routière* n'est assujettie à aucune limite ou restriction. Dans le calcul de l'indicateur on utilise les logarithmes naturels (à la base e), de sorte que RR^P puisse toujours être mesuré, qu'il ait une borne supérieure logique et que les limites de confiance servant à mesurer la précision de

l'estimation soient «quasi-symétriques» par rapport à RR^P et aient, elles aussi, une borne supérieure logique.

PROPRIÉTÉS ANALYTIQUES

La proportion des incidents et de l'*exposition (au risque)* pour les groupes TG_1 et TG_2 doit être supérieure à zéro pour que l'*estimation du risque relatif et les comparaisons pertinentes* soient significatives, c.-à-d. :

$p(I|TG_1) > 0, p(I|TG_2) > 0, p(E|TG_1) > 0, p(E|TG_2) > 0$

$RR^P(I|TG_{12})$ est un concept sans dimension, c'est-à-dire totalement indépendant des unités de mesure, de sorte que les comparaisons des RR^P sont valides et significatives.

$0 < RR^P(I|TG_{12}) < \infty$. La valeur de l'*estimateur proportionnel du risque relatif de conduite routière* est toujours supérieure à zéro et a une «borne supérieure» logique.

Les limites de confiance (inférieure et supérieure) à 95 %, $RR^P(I|TG_{12})_{[L\,95\%]}$ et $RR^P(I|TG_{12})_{[U\,95\%]}$, sont «quasi symétriques» par rapport à $RR^P(I|TG_{12})$ et ont, elles aussi, des bornes inférieure et supérieure logiques.

$RR^P(I|TG_{12})_{[PROBABLE]} = 1$. La **valeur probable** (ou espérance) de l'*estimateur proportionnel du risque relatif de conduite routière* est 1, ce qui signifie que le niveau de risque de conduite routière de type I est potentiellement **le même** pour les deux groupes d'entités, TG_1 et TG_2. L'«espérance» de 1 suppose que si le rapport de la proportion des incidents à la proportion de l'*exposition (au risque)* pour le groupe d'entités TG_1 équivaut au rapport de la proportion des incidents à la proportion de l'*exposition (au risque)* pour le groupe d'entités TG_2, le *niveau de risque de conduite routière* est *à peu près le même* pour les deux groupes d'entités. Autrement dit, le *niveau de sécurité* qui est associé aux deux groupes d'entités est comparable. Cependant, on ne peut interpréter les *estimateurs proportionnels du risque relatif de conduite routière* sans tenir compte de leur niveau de précision, en l'occurrence des limites de confiance à 95 %.

INTERPRÉTATION(S)

Si $RR^P(I|TG_{12}) < 1 \Rightarrow$ le ***niveau de risque de conduite routière de type I*** est **potentiellement *«moindre»*** pour l'entité ou le **groupe** d'entités $\mathbf{TG_1}$ que pour l'entité ou le **groupe** d'entités $\mathbf{TG_2}$;

Si $RR^P(I|TG_{12}) > 1 \Rightarrow$ le ***niveau de risque de conduite routière de type I*** est **potentiellement *«plus élevé»*** pour l'entité ou le **groupe** d'entités $\mathbf{TG_1}$ que pour l'entité ou le **groupe** d'entités $\mathbf{TG_2}$;

Si $RR^P(I|TG_{12}) = 1 \Rightarrow$ le ***niveau de risque de conduite routière de type I*** est **potentiellement *«le même»*** pour les entités ou les **groupes** d'entités $\mathbf{TG_1}$ et $\mathbf{TG_2}$.

Les règles de décision précédentes formulent les principes directeurs pour l'*interprétation des estimateurs du risque relatif*, mais rappelons que l'on ne peut interpréter parfaitement les résultats obtenus sans tenir compte des mesures de précision de ces estimateurs. Les exemples hypothétiques de la figure D-1 montrent combien il faut être prudent quand on veut interpréter correctement les *estimateurs proportionnels du risque relatif de conduite routière*.

Nota : Il n'est pas essentiel que le lecteur comprenne en détail le calcul des limites de confiance, mais il importe de comprendre l'importance de ces limites dans l'interprétation de la précision des résultats. On trouvera ci-dessous d'autres explications et des exemples d'application de la méthode de calcul des limites de confiance.

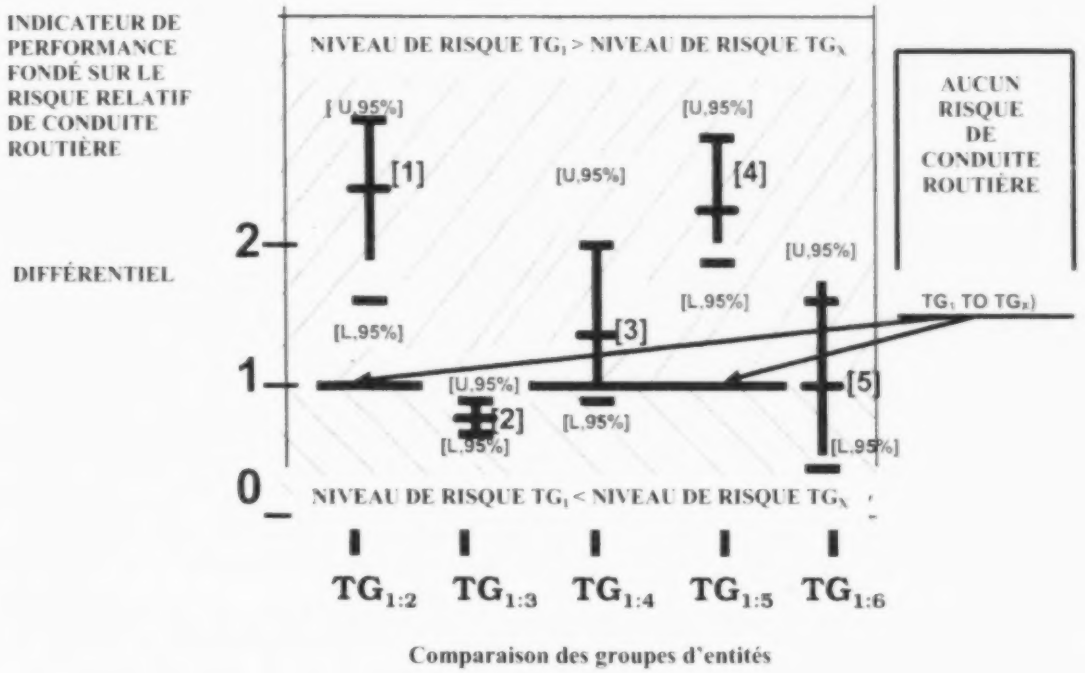


Figure D-1 — Interprétation des indicateurs de performance proportionnels fondés sur le «*risque relatif de conduite routière*»

La figure D-1 illustre par voie de comparaison l'estimation du différentiel de *risque de conduite routière* entre le groupe 1 (TG_1) et les groupes TG_2, TG_3, TG_4, TG_5 et TG_6.

Le **résultat [1]** indique une valeur RR^P de 2,25 environ dans la comparaison des groupes d'entités 1 et 2, ce qui suppose que le groupe 1 présente un *niveau de risque de conduite routière* environ 2,25 fois plus élevé que celui du groupe 2. Même en tenant compte des limites de confiance à 95 % de l'*estimateur du risque relatif*, on peut conclure que le groupe 1 est «*plus à risque sur la route*» que le groupe TG_2.

En examinant le **résultat [2]** (= 0,75) dans la comparaison des groupes TG_1 et TG_3, on note que TG_1 présente un *niveau de risque de conduite routière certainement plus bas* que TG_3 et cette conclusion est juste à un seuil de confiance statistique de 95 %.

Le **résultat [3]**, qui représente le *risque relatif* de TG_1 par rapport à TG_4, est égal à 1,4, ce qui indique que TG_1 est «*plus à risque sur la route*» que TG_4. Toutefois, lorsqu'on tient compte des limites de confiance à 95 %, le résultat n'est pas *statistiquement significatif*, c'est-à-dire que l'on ne peut affirmer avec certitude que TG_1 est un «*groupe plus à risque*» que TG_4. Par conséquent, il faudra plus de données, et des données plus précises, et/ou plus de recherches pour déterminer avec certitude s'il existe un *différentiel de risque de conduite routière significatif* entre les groupes d'entités TG_1 et TG_4.

La valeur de l'*estimation du risque relatif* pour les groupes 1 et 5 (**résultat [4]**) est de 2,3, la limite inférieure de confiance à 95 % de cette estimation, [L,95 %], étant au-dessus de 1. On peut donc en conclure que TG_1 est *certainement «plus à risque sur la route»* que TG_5, et cette conclusion est juste à un seuil de confiance statistique de 95 %.

Enfin, le **résultat [5]**, qui donne le *risque relatif* pour les groupes d'entités TG_1 et TG_6, est égal à 1,0, ce qui signifie qu'*il n'existe pas de différentiel de risque de conduite routière significatif* entre les deux groupes. Toutefois, lorsqu'on tient compte des limites de confiance à 95 %, on ne peut déterminer si TG_1 ou TG_6 est *moins à risque* que l'autre ou si *le différentiel de risque de conduite routière* entre les deux groupes *est vraiment nul*. Par conséquent, il faudra plus de données, et des données plus précises, et/ou plus de recherches pour déterminer avec certitude s'il existe un *différentiel de risque de conduite routière* entre les groupes d'entités TG_1 et TG_6.

Les analyses et les interprétations des *indicateurs de performance proportionnels* qui ont été présentées dans cette annexe étaient axées sur un processus de décision qui utilisait un seuil de confiance statistique «fixe», en l'occurrence 95 %. Par ailleurs, pour les besoins du processus de décision, on peut établir autrement le seuil de confiance statistique auquel on pourra conclure avec certitude qu'il existe, ou non, un *différentiel de risque* entre deux groupes d'entités. Grâce à cette approche, on pourra interpréter tous les indicateurs de performance fondés sur le *risque relatif* de conduite routière selon la formule suivante :

«À UN SEUIL DE CONFIANCE STATISTIQUE DE X %, ON PEUT CONCLURE QUE LE GROUPE D'ENTITÉS TG_X EST «*PLUS À RISQUE SUR LA ROUTE*» (OU «*MOINS À RISQUE*»/«*AUSSI À RISQUE*») QUE LE GROUPE TG_Y».

ANNEXE E

RÉSOLUTION DU COMITÉ EXÉCUTIF DE VILLE SAINT-LAURENT CONCERNANT LE RESPECT DE LA VIE PRIVÉE

RÉSOLUTION NUMÉRO CE 20011212-29 Demande d'autorisation de procéder à des enregistrements vidéos du passage des piétons au croisement du train Deux-Montagnes du CN et de l'avenue O'Brien, dans le cadre de l'installation d'un système d'avertissement de l'arrivée de trains, présentée par IBI Group.

ATTENDU la lettre de monsieur Russell Brownlee datée du 28 novembre 2001;

ATTENDU que IBI Group, mandaté par Transports Canada, projette d'installer un système de signaux visuels au croisement du train Deux-Montagnes et de l'avenue O'Brien afin d'avertir les piétons de l'arrivée simultanée de deux trains;

ATTENDU que suite à l'installation du système de signaux visuels, la firme désire installer des caméras vidéos afin d'enregistrer l'activité piétonnière uniquement lors de l'activation du système d'avertissement de l'arrivée de trains;

ATTENDU que Transports Canada désire s'assurer de l'accord de la Ville à l'enregistrement des usagers de route, en regard du droit à la vie privée;

IL EST RÉSOLU À L'UNANIMITÉ d'autoriser les enregistrements vidéos de l'activité piétonnière au croisement du train Deux-Montagnes et de l'avenue O'Brien.

Le directeur adjoint - circulation du service des travaux publics avisera la firme.

ADOPTÉ.

ANNEXE F

SYSTÈME D'AVERTISSEMENT DE L'APPROCHE D'UN AUTRE TRAIN ET SYSTÈME DE SURVEILLANCE

SPÉCIFICATIONS FONCTIONNELLES POUR LE PROJET PILOTE

1. DESCRIPTION GÉNÉRALE

Le système d'avertissement de l'approche d'un autre train comprend un avertisseur automatisé qui détecte l'arrivée d'un deuxième train et transmet des messages clairs aux piétons sur les lieux d'un passage à niveau. L'arrivée d'un deuxième train se définit ici comme l'intervalle de temps durant lequel deux trains traversent un passage à niveau, l'un après l'autre, dans la même période de déclenchement du système d'avertissement (un seul déclenchement de la barrière et/ou du feu clignotant pour les deux trains).

Le système d'avertissement de l'approche d'un autre train se compose des éléments suivants :

- Panneau d'avertissement de l'approche d'un autre train (panneau d'AAAT) – panneau préprogrammé à états limités muni de diodes électroluminescentes (DEL) qui s'allument à l'arrivée d'un deuxième train.
- Structure portante du panneau – poteau de montage en bordure de route, avec un dégagement de 2,45 m (8 pi).
- Équipement de déclenchement de panneau – relais logique d'avertissement de l'approche d'un autre train, branché aux circuits ferroviaires utilisés avec le matériel existant.
- Raccordement électrique de panneau – câblage et sectionneur correspondants.

Le panneau d'AAAT peut aussi être de type fixe, muni de feux ambre à clignotement alternatif («*wig-wag*»). Dans le présent document, les panneaux à DEL et les panneaux fixes sont respectivement appelés panneaux d'AAAT de type 1 et de type 2.

2. EXIGENCES FONCTIONNELLES

2.1 Situation de l'équipement

Les panneaux d'AAAT doivent typiquement être situés aux emplacements indiqués sur la figure F-1, dans l'appendice 1 du présent document. Transports Canada fournira les plans de situation réels des installations, dans le cadre des exigences particulières accompagnant les exigences générales.

Un panneau d'AAAT doit être installé bien en évidence à chaque accès menant à un passage piétonnier traversant les voies ferrées (jusqu'à 4 emplacements distincts par passage à niveau). Ce panneau se trouvera typiquement du côté rapproché des voies ferrées, face à la zone rapprochée d'attente des piétons.

Dans tous les cas, les panneaux d'AAAT doivent être conçus et placés de manière à optimiser la lisibilité pour les piétons qui traversent les voies ferrées.

Les panneaux d'AAAT ne doivent être cachés par aucun obstacle visuel le long des routes (arbres, écriteaux, poteaux, etc.).

2.2 Fonctions des panneaux d'AAAT

Panneaux d'AAAT de type 1

Ces panneaux d'AAAT à états limités munis de DEL doivent être en mesure d'assurer les fonctions suivantes :

- Le panneau doit pouvoir afficher un message parmi trois messages prédéfinis et demeurer «en blanc» lorsqu'il y a lieu.
- Le panneau doit rester en blanc, c.-à-d. désactivé, sauf au moment d'un déclenchement par le passage d'un deuxième train (l'état par défaut est donc «en blanc»).
- Le panneau doit comprendre un circuit temporisateur capable de déclencher les deux stratégies suivantes :
  a) réinitialiser le panneau s'il demeure bloqué à l'affichage actif, après la sortie des trains;
  b) afficher le message actif si aucune détection (aucun déclenchement) ne se produit après une période spécifiée par l'utilisateur.

Panneaux d'AAAT de type 2

Ces systèmes à panneau fixe et feux clignotants doivent être en mesure d'assurer les fonctions suivantes :

- Le panneau fixe doit afficher un message d'avertissement approprié (voir section 3.1.1).
- Les feux clignotants doivent rester désactivés, sauf s'ils sont déclenchés par l'arrivée d'un deuxième train (c.-à-d. que le réglage par défaut doit rester désactivé).

2.3 Détection d'entrée et de sortie

L'autorité ferroviaire doit fournir tous les circuits de détection de train, y compris les signaux indiquant le moment où un train entre dans la zone de détection d'un passage à niveau et le moment où il en sort. Le système d'avertissement de l'approche d'un deuxième train doit présenter les caractéristiques suivantes :

- Un circuit logique doit déclencher le panneau d'AAAT uniquement à la réception d'une combinaison déterminée de signaux de détection (interprétés comme une commande) en provenance des circuits de détection des voies ferrées.
- Le circuit logique doit uniquement produire un signal de déclenchement du panneau d'AAAT lorsque les circuits de détection des voies ferrées indiquent l'entrée d'un train dans la zone de détection du passage à niveau ET l'entrée d'un deuxième train dans la même zone de détection du passage à niveau (quel que soit le nombre de voies ferrées) avant que le premier train sorte de la zone de détection.
- Le circuit logique doit maintenir un signal de déclenchement de panneau d'AAAT jusqu'à ce que les deux trains soient sortis de la zone de détection du passage à niveau.

3. EXIGENCES MATÉRIELLES

3.1 Panneau d'avertissement

3.1.1 Affichage

Panneaux d'AAAT de type 1

Le panneau d'avertissement à DEL doit présenter les caractéristiques suivantes :

- Affichage à clignotement alternatif entre l'image de deux trains et des lettres indiquant «ATTENTION!», «2 TRAINS», comme l'illustrent les figures F-2 et F-3 de l'appendice 1.
- Affichage d'une matrice complète de (32 x 64) pixels, une DEL par pixel.
- Pixels de 0,635 cm (0,25 po) à pas de 1,21 cm (0,475 po).
- Technologie des DEL ambre de haute intensité à matrices de caractères discrètes de cinq (5) sur sept (7) pixels avec des lettres d'une hauteur de 8,26 cm (3,25 po). La lumière doit déborder d'un pixel à l'autre afin que l'observateur ne perçoive aucun écart entre les pixels.
- Devant du panneau d'une largeur de 76,2 cm (30 po) et d'une hauteur de 38,1 cm (15 po).
- Système photodétecteur intégré assurant la commande automatique de la luminance de l'affichage en fonction du niveau de l'éclairage ambiant, la luminance étant graduée en un minimum de 15 niveaux garantissant une transition en douceur d'un niveau à l'autre.
- Lisibilité claire à 30,5 m (100 pi).
- Cône de vision de 70 degrés à l'horizontale et de 40 degrés à la verticale.
- Relance automatique de l'installation après une panne de courant ou de communications.
- Alimentation normale par le système ferroviaire et alimentation de secours garantissant un fonctionnement continu.

Panneaux d'AAAT de type 2

- Le panneau fixe doit afficher le message «ATTENTION!», «2 TRAINS», un indicateur secondaire précisant, soit «Quand les feux clignotent» pour les applications au Québec, soit «When Flashing» pour les applications à l'extérieur du Québec, comme l'illustre la figure F-4 de l'appendice 1.
- Le devant du panneau doit être fait d'une feuille à haute réflectivité.
- Le panneau principal doit avoir 750 mm de côté et l'indicateur secondaire doit mesurer 600 mm x 300 mm, tous les caractères étant d'une hauteur conforme au document *Metric Edition Standard Alphabets for Highway Signs and Pavement Markings* (département des Transports des É.-U.), comme l'illustre le dessin 4 de l'appendice 1 et conformément aux lignes directrices de l'ATC sur les panneaux d'avertissement.
- Les feux doivent clignoter à une fréquence de 50-60 fois par minute, conformément aux lignes directrices de l'ATC sur les panneaux d'avertissement.
- Le panneau doit être clairement lisible à 30,5 m (100 pi).

3.1.2 Bâti des panneaux d'AAAT de type 1

Les dimensions maximales des panneaux d'AAAT de type 1 doivent être les suivantes :

- Hauteur totale maximale = 50,8 cm (20 po).

- Largeur totale maximale = 88,9 cm (35 po).
- Profondeur totale maximale = 8,26 cm (3,25 po).
- Poids brut maximal = 9,07 kg (20 lb).

Dans le mode d'affichage, la distance minimale entre le bas du panneau d'AAAT et le sol doit être de 2,5 mètres.

Le bâti (coffre) du panneau doit présenter les caractéristiques suivantes :

- Les éléments d'affichage et les circuits électroniques correspondants doivent se trouver dans un boîtier d'aluminium à l'épreuve des intempéries, conçu pour offrir une protection contre les rayons du soleil, l'eau, la poussière, la saleté et les embruns salés.
- Le devant du panneau doit être fait de feuilles de polycarbonate anti-reflets, résistantes aux égratignures et aux chocs et offrant une bonne stabilité aux rayons ultraviolets.
- Les feuilles de polycarbonate doivent être articulées et munies d'un levier de support permettant de les soulever afin d'accéder sans difficulté aux éléments internes pour le dépannage et les réparations.
- Le bâti doit être peint en gris pâle (<50 %).
- Le bâti du panneau doit être pourvu de dispositifs de montage permettant sa fixation à un poteau au moyen de courroies métalliques ou de boulons en U.
- Le coffre du panneau doit pouvoir se verrouiller. Trois (3) ensembles de clés maîtresses doivent être fournis avec le bâti.

3.2 Structure portante du panneau

Comme l'illustre la figure F-5 de l'appendice 1, la structure portante du panneau d'AAAT doit présenter les caractéristiques suivantes :

- Le panneau doit être monté sur un poteau d'aluminium rond galvanisé de 3,35 m (11 pi) à diamètre extérieur de 12,7 cm (5 po).
- Le poteau doit être installé à l'intérieur de l'emprise ferroviaire.
- Le poteau doit être monté sur une base de béton appropriée.
- La base du poteau et le poteau doivent être installés de façon à maintenir un dégagement d'environ 50 cm (20 po) (parallèlement aux voies) entre le poteau et le bord du trottoir.
- La base du poteau et le poteau doivent être installés de façon à maintenir un dégagement minimal (perpendiculairement aux voies) entre le poteau et la voie la plus rapprochée. Le dégagement minimal sera défini par le propriétaire/exploitant ferroviaire.
- Le panneau doit être fixé en son centre sur le poteau au moyen d'un support en U et de bandes de retenue (ou d'un autre dispositif de fixation approprié), avec un dégagement de 250 cm (98 po).
- Le poteau de montage servira de conduit pour l'alimentation du panneau.

Il importe de suivre autant que possible les directives d'installation du poteau indiquées ci-dessus. S'il est nécessaire de s'en écarter au moment de l'installation, des modifications mineures pourront être apportées, une fois que Transports Canada ou son représentant en aura autorisé l'exécution. Dans ces circonstances, l'accent sera mis sur le maintien d'une visibilité adéquate du panneau pour les piétons.

Le cas échéant, les panneaux d'AAAT peuvent être montés sur des structures existantes. Le contractant sera responsable de l'obtention des approbations nécessaires pour une telle configuration de montage. Le contractant doit confirmer que la structure existante proposée convient, sur le plan structurel, à l'utilisation prévue. Un ingénieur qualifié (pour la province en question) doit certifier que cette structure est convenable.

3.3 Exigences d'interfaçage pour le déclenchement du panneau

Aux emplacements sélectionnés, Transports Canada fournira des circuits de détection et d'annulation définissant la zone de détection. Ces circuits seront raccordés à l'intérieur d'un boîtier fourni par Transports Canada.

Le contractant doit fournir un circuit logique qui interprétera les entrées de détection des voies existantes afin de déclencher les panneaux d'AAAT conformément à la section 2.3. Transports Canada accordera au contractant l'accès au boîtier de commande du passage à niveau dans le but d'installer les circuits logiques qui déclencheront le panneau d'AAAT. Les circuits logiques feront appel aux circuits ferroviaires existants pour déclencher le panneau ou les feux, selon la combinaison des entrées de détection décrite. La figure F-6 de l'appendice 1 donne un schéma général de cette configuration.

3.4 Système électrique

L'alimentation sera acheminée par ligne aérienne ou conduit souterrain, selon ce qui convient à l'emplacement en question. Le contractant sera responsable de toute la coordination avec les services publics d'électricité compétents, pour ce qui est des autorisations et des raccordements électriques complets du panneau d'AAAT et de tous les éléments connexes sur le terrain.

Tous les éléments électriques/électroniques doivent être modulaires, interchangeables et enfichables, être des produits standard des fabricants et porter une certification CSA, dans la mesure du possible. S'il n'existe aucune norme de la CSA pour un élément proposé, on pourra recourir à la certification d'un autre organisme de normalisation, avec l'autorisation de Transports Canada ou de son représentant.

Toutes les exigences de sécurité en électricité doivent être respectées.

Tous les éléments utilisés doivent être parfaitement étanches et capables de fonctionner dans n'importe quelles conditions environnementales existant sur les lieux de l'emplacement proposé. Avant d'entreprendre le projet, le contractant doit obtenir une confirmation de Transports Canada ou de son représentant en ce qui a trait à l'éventail requis des conditions environnementales de fonctionnement.

Tous les éléments doivent être traités de façon à ne subir aucune corrosion durant une période de trois ans à compter de la date de livraison.

Tous les connecteurs et éléments doivent être totalement conformes au Code, faciles à obtenir et robustes.

4. EXIGENCES D'INSTALLATION

Tous les aspects de l'installation, y compris le contrôle de la circulation, les méthodes d'installation, l'équipement et le matériel de fixation, doivent être approuvés par Transports Canada ou par son représentant.

Tous les circuits d'alimentation et de déclenchement doivent être formés de câbles continus sans épissure, de la source à la destination. Aucune épissure de câbles n'est autorisée.

4.1 Précautions

Il importe de ne pas endommager l'équipement durant le transport et l'installation. Si l'équipement fourni est endommagé, ce qui en modifie les caractéristiques, l'équipement sera réparé par le contractant (à la satisfaction de Transports Canada ou de son représentant) ou remplacé aux frais du contractant.

Dans tous les cas, des précautions appropriées s'imposent dans le but de protéger tout l'équipement ainsi que les connexions et câbles correspondants contre les effets potentiellement nuisibles des conditions météorologiques.

4.2 Régulation de la circulation

Le contractant doit établir un plan de régulation de la circulation convenant aux processus d'installation proposés. Il doit obtenir de Transports Canada les normes les plus récentes en matière de travaux effectués sur les routes et en bordure des routes.

Tous les plans de régulation de la circulation doivent être soumis à Transports Canada et aux autorités routières compétentes aux fins d'approbation. Il est impératif d'obtenir l'approbation de Transports Canada ou de son représentant au moins trois jours ouvrables avant le début des travaux.

4.3 Installation des panneaux

Les panneaux d'AAAT doivent être montés sur poteau, conformément à la description de la section 3.2. Les panneaux doivent être mis à niveau et orientés en direction de la zone d'attente des piétons ou dans la direction indiquée par Transports Canada ou son représentant.

Les câbles d'alimentation et les circuits de déclenchement doivent être protégés par un conduit étanche. Un ingénieur professionnel autorisé à pratiquer dans la province où l'installation a lieu doit attester la méthode d'installation de ces câbles.

Le contractant doit coordonner ses activités avec Transports Canada ou son représentant, afin de veiller à ce que tous les blocs d'alimentation électriques et circuits de déclenchement nécessaires soient disponibles avant l'installation des panneaux d'AAAT.

4.4 Connexion entre le circuit de détection et le panneau d'AAAT

Le contractant doit établir et maintenir la connexion entre le circuit de détection ferroviaire et le panneau.

Un circuit logique doit être installé à l'intérieur du boîtier de commande de passage à niveau (barrière), de la façon décrite dans la section 3.3.

5. CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

Le contractant est responsable de tous les essais et de la documentation nécessaires pour obtenir l'approbation et l'acceptation de l'installation et du fonctionnement des panneaux d'AAAT. On trouvera ci-dessous les exigences de contrôle de la qualité propres à cet élément.

Le contractant doit établir des procédures d'essai et effectuer les essais pré-installation et de preuve de performance. Les procédures d'essai et les résultats finaux des essais devront être approuvés par Transports Canada ou son représentant.

Transports Canada ou son représentant pourra assister à tous les essais. Le contractant doit donner à Transports Canada ou à son représentant un préavis de 48 heures avant l'exécution des essais.

Le contractant doit soumettre à Transports Canada (pour fins d'approbation) des procédures d'essai détaillées au plus tard deux (2) semaines après l'adjudication du marché, selon les exigences de performance décrites dans le présent document. Ces procédures doivent illustrer la nature des essais à effectuer. Le contractant doit soumettre au total une copie électronique et quatre copies sur papier des procédures d'essai, une fois que celles-ci auront été acceptées et avant le début des essais.

Pour les essais indiqués ci-dessus, le contractant doit inscrire sur un certificat d'essai approprié les données de référence de l'emplacement, les données de référence de l'appareil, la date de l'essai, les conditions météorologiques existantes, la température ambiante, la mesure de performance acceptable et la performance réelle de l'appareil durant l'essai.

Tous les résultats d'essai doivent être soumis à Transports Canada ou à son représentant pour fins d'approbation. Les résultats doivent être soumis au plus tard deux semaines après les essais. Le contractant doit, selon les directives de Transports Canada ou de son représentant, corriger ou remplacer tous les matériaux qui ne subissent pas avec succès les essais ci-dessus.

5.1 Dessins d'atelier

Le contractant doit soumettre des dessins d'atelier illustrant le coffre du panneau, le matériel de montage, l'installation sur poteau, les connexions électriques et les connexions de détection (y compris un schéma logique et un schéma de câblage) au plus tard deux (2) semaines après l'adjudication du marché.

5.2 Essais pré-installation

Le contractant doit effectuer des essais pré-installation afin de s'assurer que les panneaux d'AAAT fonctionnent sans erreur.

- Le contractant doit faire la démonstration des niveaux de brillance, de l'uniformité des couleurs selon une évaluation visuelle, de l'activation de tous les pixels et de la distance de lisibilité.

Le contractant doit faire la démonstration du fonctionnement des panneaux d'AAAT en sélectionnant localement la gamme complète des messages (sans qu'une détection réelle soit nécessaire).

5.3 Essais de preuve de performance

Le contractant doit effectuer des essais de preuve de performance pour s'assurer que les panneaux d'AAAT fonctionnent sans erreur sur les lieux d'utilisation. Chacune des fonctions décrites dans la partie 2 du présent document doit faire l'objet d'une démonstration.

Le contractant doit exécuter les essais de preuve de performance en collaboration avec Transports Canada ou son représentant.

Tous les essais de preuve de performance des panneaux d'AAAT doivent être effectués dans les cinq (5) jours ouvrables suivant l'installation.

6. EXIGENCES DE MAINTENANCE

Le contractant doit être prêt à conclure avec Transports Canada un marché de maintenance d'une durée d'un an, avec des prolongations optionnelles d'un an jusqu'au maximum de trois ans.

Les clauses du marché de maintenance sont négociables, et les contractants soumissionnaires doivent présenter une évaluation du programme de maintenance proposé, des détails sur ce programme ainsi qu'une estimation des coûts.

7. MESURES EN VUE DU PAIEMENT

Les mesures relatives aux panneaux d'avertissement de l'approche d'un autre train se fondent sur la quantité planifiée et peuvent être révisées en fonction d'une quantité planifiée rajustée. Les mesures portent sur chaque unité. Dans tous les cas, l'installation, l'essai et la documentation des panneaux d'AAAT, ainsi que toutes les fonctions connexes d'alimentation et de commande, sont compris.

Un paiement annuel distinct visant la maintenance de cet équipement sera négocié conformément à la partie 6.

8. BASE DE PAIEMENT

Le paiement au prix unitaire du marché doit permettre un plein dédommagement ou couvrir l'ensemble de la main-d'œuvre, de l'équipement et du matériel nécessaires à l'exécution des travaux, y compris la fourniture, les essais et la production de documentation et de résultats d'essai.

APPENDICE 1 – ENSEMBLE DE SPÉCIFICATIONS SPÉCIALES

JUILLET 2001

1. DESCRIPTION GÉNÉRALE

Les spécifications spéciales ci-dessous ont trait à l'installation et à l'essai d'un système d'avertissement de l'approche d'un autre train (AAAT) ainsi que d'une caméra de surveillance au passage à niveau de l'avenue O'Brien à Ville Saint-Laurent, Montréal, Québec. Ces spécifications portent sur :

l'installation (y compris l'équipement de montage et les poteaux nécessaires, le cas échéant) et la maintenance :

1. D'un système d'AAAT (panneau et équipement de détection correspondant).

2. D'un système de surveillance (caméra de télévision en circuit fermé, coffre, équipement de déclenchement et d'enregistrement).

3. De l'ensemble des câbles de l'interface vidéo correspondante, de l'alimentation, des coffres et des fils nécessaires pour faire fonctionner le système de panneau d'AAAT.

4. Les dispositions portent aussi sur la surveillance, le montage d'enregistrement, la récupération et la transmission des bandes vidéo provenant de l'équipement d'enregistrement.

2. INSTALLATION D'UN SYSTÈME AAAT

Il est proposé d'installer un système AAAT au passage à niveau de l'avenue O'Brien, dans la municipalité de Ville Saint-Laurent, Montréal. Un dessin de l'intersection est fourni.

Les spécifications fonctionnelles du système d'AAAT sont décrites dans l'ensemble de spécifications générales relatives aux exigences fonctionnelles d'un système d'avertissement de l'approche d'un autre train (annexe H). L'installation du système d'AAAT doit satisfaire aux exigences de ces spécifications.

Le contractant doit se procurer les plans à l'échelle nécessaires, les schémas de câblage détaillés ainsi que les détails sur les trajets des canalisations, le système d'alimentation et le système de détection auprès du Canadien National et de Ville Saint-Laurent, Montréal. Le contractant doit obtenir tous les permis, autorisations ou approbations municipaux, des services publics ou autres en vue de l'exécution des travaux.

Le contractant doit livrer un système d'AAAT en bon état de fonctionnement, conformément à l'ensemble de spécifications générales, et assurer la maintenance de ce système selon la définition donnée dans le présent document.

3. INSTALLATION D'UN SYSTÈME DE SURVEILLANCE

Le système de surveillance comprend un système d'enregistrement vidéo à l'épreuve des intempéries, qui sera installé au passage à niveau de l'avenue O'Brien durant la période d'étude. Le système vidéo se déclenchera et produira un enregistrement lorsque deux trains seront présents au passage à niveau durant la même période de déclenchement.

3.1 Matériel à fournir

3.1.1 Caméra de télévision en circuit fermé et objectif

La caméra et l'objectif doivent constituer une unité opérationnelle.

.1 Exigences fonctionnelles

La caméra de télévision en circuit fermé doit atteindre ou dépasser les exigences fonctionnelles suivantes :

- La caméra doit incorporer un capteur d'images CCD 1/2 po noir et blanc, à semiconducteurs et transfert inter-lignes, comportant un minimum de 768 (H) x 494 (V) pixels actifs.
- La caméra doit pouvoir s'utiliser à faible luminosité, présenter une plage dynamique étendue et produire un minimum d'effets de halo et de traînées.
- La caméra doit être capable de produire une image brillante ou fortement contrastée assurant une reproduction vidéo intégrale à un éclairement minimal de 13 lux et une image utilisable à un minimum de 0,95 lux, dans les deux cas à F1.2.
- La caméra doit offrir une résolution horizontale minimale de 470 lignes.
- Des circuits de compensation automatique de luminosité doivent permettre l'adaptation aux variations de brillance d'une scène.
- La caméra doit incorporer des circuits de CAG assurant la compensation aux faibles niveaux d'éclairement.
- La caméra doit utiliser une sortie de synchronisation RS-170 conforme à la norme de la TIA, produite par un générateur intégré interne, ainsi qu'un circuit à boucle de verrouillage de phase synchronisant la caméra par rapport au passage à zéro de la ligne d'alimentation.
- La caméra doit permettre de régler la phase verticale.
- La caméra doit offrir une impédance de sortie de 75 ohms et produire un signal de sortie vidéo composite NTSC couleur normal.
- Le rapport signal/bruit pondéré doit dépasser 48 dB à 1,0 V c.-à-c. (CAG coupée).
- La résolution de la caméra doit être telle que les mouvements de rotation de tête des piétons, dans les zones d'attente des piétons,

puissent facilement se distinguer à partir de l'emplacement prévu de la caméra.

L'objectif doit satisfaire aux exigences fonctionnelles suivantes :

- L'objectif doit être de format 1/3 po, à monture C, zoom à diaphragme automatique et filtre «spot».
- L'objectif doit présenter une distance focale minimale de 6-90 mm et pouvoir se régler manuellement sur place au moment de l'installation.
- Le diaphragme automatique doit comprendre un filtre «spot» neutre permettant au moins un réglage d'ouverture total de f/1.2 à f/720.
- L'état par défaut de la caméra doit être «sous tension».
- Un dispositif de protection contre les coupures d'alimentation doit fermer le diaphragme en cas de panne.
- L'objectif doit être maintenu fermé par un circuit retardateur durant au moins 5 secondes à la mise sous tension (après une coupure d'alimentation).
- L'objectif doit être conçu pour éliminer la lumière parasite intense provenant des rayons indirects du soleil à l'extérieur du champ de l'objectif et altérant l'image obtenue.

.2 Exigences matérielles

La caméra de télévision en circuit fermé doit atteindre ou dépasser les exigences matérielles suivantes :

- Les dimensions de la caméra ne doivent pas dépasser 70 mm (hauteur) x 70 mm (largeur) x 170 mm (longueur).
- Les commandes accessibles de l'extérieur doivent être aussi peu nombreuses que possible, afin d'empêcher les réglages incorrects.
- La caméra doit permettre l'installation d'un objectif standard à monture C.
- La base de l'ensemble à caméra/objectif doit être munie de trous de montage taraudés filetés standard de 6 mm (1/4 po)-20 afin de permettre un montage équilibré.
- Le panneau arrière de la caméra doit être pourvu d'un connecteur BNC à débranchement rapide pour la sortie vidéo (transmise à l'appareil d'enregistrement).

L'objectif doit satisfaire aux exigences matérielles suivantes :

- Les dimensions de l'objectif ne doivent pas dépasser 60 mm (hauteur) x 67 mm (largeur) x 132 mm (longueur).

L'ensemble à caméra/objectif ne doit pas peser plus de 1,5 kg.

.3 Exigences électriques

La caméra de télévision en circuit fermé doit atteindre ou dépasser les exigences électriques suivantes :

- La caméra doit comprendre tout l'équipement d'alimentation/ adaptation nécessaire pour permettre le fonctionnement sous une tension d'entrée de 24 V c.a. ± 10 %, 60 Hz ± 5 %, au moyen de bornes à vis. Si une alimentation externe est nécessaire à l'obtention de cette tension, son prix doit être inclus dans le prix de l'article.
- La consommation de puissance maximale de la caméra et de l'objectif ne doit pas dépasser 10 W.

.4 Exigences environnementales

La caméra de télévision en circuit fermé et l'objectif doivent atteindre ou dépasser l'exigence environnementale suivante :

- La plage des températures de fonctionnement doit au moins s'étendre de -12 °C à +50 °C.

3.1.2 Coffre protecteur

Le coffre protecteur doit comprendre un ventilateur et un dispositif de chauffage à commande thermostatique assurant la régulation des conditions ambiantes.

.1 Exigences fonctionnelles

Le coffre protecteur doit atteindre ou dépasser les exigences fonctionnelles suivantes :

- Le coffre doit être d'une taille suffisante pour loger la caméra de télévision en circuit fermé, l'objectif, le ventilateur et le dispositif de chauffage.
- Le coffre protecteur doit être accessible par un couvercle supérieur articulé, fixé au moyen d'un minimum de quatre (4) loquets à dégagement rapide.
- Un pare-soleil fini doit être monté sur le coffre afin d'assurer une protection contre la chaleur due aux rayons directs du soleil, tout en permettant la circulation de l'air autour de l'extérieur du coffre sans gêner les déplacements du couvercle.
- L'ensemble à caméra/objectif doit pouvoir se monter solidement sur la base du coffre protecteur.
- Le coffre protecteur doit pouvoir se fixer solidement au matériel de montage installé sur le poteau.
- Le ventilateur doit produire une pression positive interne.

- Le boîtier doit être muni d'une entrée étanche et permettre de retirer facilement tous les câbles externes.

.2 Exigences matérielles

Le coffre protecteur doit atteindre ou dépasser les exigences matérielles suivantes :

- Le coffre protecteur doit présenter des dimensions internes utilisables d'au moins 90 mm (hauteur) x 80 mm (largeur) x 460 mm (longueur).
- Le poids du coffre protecteur, y compris le pare-soleil, le ventilateur et le dispositif de chauffage, ne doit pas dépasser 4,5 kg.

.3 Exigences électriques

Le coffre protecteur doit atteindre ou dépasser les exigences électriques suivantes :

- Le ventilateur doit produire une consommation maximale de puissance de 20 W à 115 V c.a. ± 15 %, 60 Hz ± 5 %.
- Les dispositifs de chauffage munis d'un thermostat devraient fonctionner sous une tension d'entrée de 115 V c.a. ± 15 %, 60 Hz ± 5 % afin de produire au total 150 watts (2 x 75) d'énergie thermique.
- Deux dispositifs de chauffage supplémentaires de 75 watts doivent être fournis comme pièces de rechange et remis à Transports Canada ou à son représentant.
- Le coffre protecteur doit être muni d'une prise double mise à la terre fournissant 115 V c.a. ± 15 %.
- Le coffre protecteur doit fournir l'alimentation électrique nécessaire au fonctionnement de la caméra en circuit fermé.

.4 Exigences environnementales

Le coffre protecteur doit atteindre ou dépasser les exigences environnementales suivantes :

- Les dispositifs de chauffage doivent être munis d'une commande thermostatique maintenant la température interne du coffre au-dessus de +4 °C lorsque la température externe chute à -35 °C.
- Les dispositifs de chauffage à commande thermostatique doivent se déclencher aux températures inférieures ou égales à +4 °C et être mis hors tension aux températures supérieures à +10 °C.
- La commande thermostatique doit déclencher un ventilateur aux températures supérieures à +33 °C et l'arrêter automatiquement lorsque la température chute au-dessous de +26 °C.

3.1.3 Poteau et matériel de montage

Un poteau de bois de 15 mètres doit être fourni pour le montage de l'ensemble à caméra (caméra/objectif et coffre) ainsi que du magnétoscope et de son coffre.

Du matériel de montage approprié doit être utilisé pour fixer solidement l'ensemble à caméra au sommet du poteau, d'une manière qui n'empêche pas de régler manuellement l'orientation de l'ensemble à caméra.

3.1.4 Câblage de raccordement au magnétoscope

.1 Câble

Un câble de sortie vidéo est nécessaire pour raccorder la sortie de la caméra à l'entrée du magnétoscope. Il doit atteindre ou dépasser les exigences suivantes :

- Le câble doit être muni d'une gaine de PVC noire et son diamètre extérieur doit être de 6,15 mm.
- Le conducteur extérieur doit être fait d'un treillis de cuivre nu à recouvrement blindé d'au moins 95 %.
- Le conducteur central doit être de grosseur n° 22 AWG et être constitué de brins de cuivre nu de grosseur n° 7-30 AWG.
- Le diélectrique doit être fait de polyéthylène cellulaire.
- L'impédance nominale doit être de 75 ohms et la résistance de la boucle c.c. doit être de 49,2 ohms/km.
- Le câble doit être étiqueté conformément à la convention d'étiquetage de Transports Canada (que fournira Transports Canada).

.2 Connecteurs

Les connecteurs doivent être de type BNC Amphenol RG-59, à sertissure-sertissure (Electrosonic), ou d'un type équivalent.

3.1.5 Coffre

Le coffre doit atteindre ou dépasser les exigences suivantes :

.1 Généralités

- Le coffre doit loger le magnétoscope, son équipement de communications et d'alimentation et les guides d'utilisation du système de surveillance.

.2 Fabrication

- Le coffre doit être fait de feuilles d'aluminium d'au moins 3 mm d'épaisseur, renforcées par des éléments structuraux d'aluminium soudés. Il doit être exempt de bosselures, d'égratignures, de perforations dues au soudage ainsi que d'abrasions nuisibles à la robustesse et à l'apparence générale. Tous les joints doivent être soudés de façon continue. Toutes les soudures extérieures doivent être parfaitement lisses. Toutes les arêtes doivent être lisses et sans bavures.
- La paroi supérieure du coffre doit faciliter l'écoulement de l'eau et empêcher toute accumulation d'eau stagnante. Une gouttière, montée seulement sur le devant du coffre, doit aussi contribuer au drainage.

.3 Fini du coffre

- Le coffre doit être correctement dégraissé et nettoyé avant l'application de la peinture de finition. Une couche de conversion au phosphate de fer doit être appliquée par immersion ou pulvérisation sur les pièces d'aluminium.
- Le coffre doit être fini, à l'intérieur et à l'extérieur, au moyen de peinture en poudre thermodurcissable brillante au polyester, d'une épaisseur minimale de 76 µm. Tout le revêtement doit présenter un état de surface commercial lisse et être à peu près exempt de lignes d'écoulement, de zones d'effacement, de stries, de cloques et de tout autre défaut susceptible d'altérer l'état de fonctionnement ou de nuire à l'apparence générale.
- Les parois intérieures, la porte et la paroi supérieure du coffre doivent être recouvertes de peinture présentant le même fini extérieur.
- Le fabricant doit fournir un certificat de conformité précisant que le revêtement fourni satisfait à tous égards aux exigences ci-dessous.

.4 Éléments du coffre

- Le coffre doit être pourvu sur le devant d'une porte articulée unique avec serrure. Lorsqu'elle est fermée et enclenchée, la porte doit se verrouiller automatiquement et l'étanchéité doit être fermement maintenue entre le joint au néoprène de la porte et le cadre de porte du coffre, de façon à empêcher la poussière et l'humidité de pénétrer à l'intérieur.
- Le coffre doit être isolé au moyen de 12,5 mm de polystyrène expansé ou d'un matériau équivalent acceptable offrant la même isolation.

- Le cadre de porte du coffre doit être muni d'un double rebord sur les quatre côtés ainsi que de dispositifs de maintien de la tension formant un joint ferme entre la garniture et le cadre de porte du coffre. Le rebord doit avoir une largeur d'au moins 25 mm.
- Les poignées de verrouillage doivent permettre le cadenassage en position fermée et être faites d'aluminium ou d'acier moulé. Les ensembles à poignée doivent être plaqués de zinc et recouverts de peinture de la même couleur que celle du coffre.
- Chaque charnière de porte doit être de type continu à axe d'articulation fixe. Les charnières doivent être boulonnées au coffre à l'aide de matériel en acier inoxydable.
- Les charnières, axes et boulons de la porte doivent être faits d'acier inoxydable. Des boulons à tête plate doivent être utilisés pour fixer les charnières à la porte et au coffre. Les axes d'articulation et boulons des charnières ne doivent pas être accessibles de l'extérieur lorsque la porte est fermée. La fixation des charnières à la porte ou au coffre ne doit pas s'effectuer au moyen de rivets pop.
- La porte avant doit être munie d'une barre de retenue à enclenchement automatique maintenant la porte ouverte à 90° et à 180° (± 10°). La barre de retenue doit être faite d'une tige d'acier plaqué. Elle doit être en mesure de maintenir la porte ouverte à 90° sous un vent de 60 mi/h, perpendiculairement au plan de la porte. Les supports de la barre de retenue doivent être soudés ou boulonnés à la porte et au châssis du coffre. Des écrous et boulons en acier inoxydable doivent être utilisés.
- Une baie standard doit être installée à l'intérieur du coffre pour le montage du magnétoscope ainsi que de l'équipement d'alimentation et de déclenchement correspondant. L'emplacement et la configuration du magnétoscope doivent permettre le bon fonctionnement de l'appareil ainsi qu'un accès facile aux câbles d'entrée, aux commandes du tableau et à la porte de la bande vidéo du magnétoscope.
- Chaque coffre doit être pourvu de glissières, de baies ou d'étagères qui se basculent horizontalement afin qu'il soit possible d'atteindre les composants montés dans la partie arrière du coffre. Un mécanisme doit verrouiller les baies en position.
- Une lampe de dépannage à panier de protection doit être montée près du haut de la porte. Cette lampe doit être montée solidement sur la porte, sans vis ni autre quincaillerie du même genre, et doit pouvoir se retirer de son support à des fins d'inspection, sans qu'il faille utiliser d'outil. Le câblage doit permettre de retirer facilement la lampe de dépannage, mais il doit être protégé dans la zone d'ouverture de la porte et demeurer à l'abri des dispositifs de chauffage. Un câble d'au moins 2,44 m doit être fourni avec la

lampe de dépannage. Le support de la lampe doit aussi être pourvu d'un interrupteur manuel.

- La lampe de dépannage doit utiliser la même alimentation que le magnétoscope.

.5 Environnement de fonctionnement

- Des dispositifs de chauffage et ventilateurs doivent assurer la commande de température et d'humidité nécessaire au fonctionnement approprié du magnétoscope et des autres éléments situés dans le coffre.
- Commandés par un thermostat réglable, les ventilateurs doivent être de la taille et de la puissance nécessaires pour faire circuler l'air dans le coffre.
- Les ventilateurs doivent être commandés par thermostat. L'utilisateur doit pouvoir régler ce thermostat à différentes températures de l'air à l'intérieur du coffre.
- Les ventilateurs doivent utiliser l'alimentation fournie à l'intérieur du coffre.
- Les ventilateurs doivent être recouverts d'un grillage protecteur garantissant la sécurité de fonctionnement et procurant une protection contre les blessures aux doigts.
- Le support du filtre inférieur doit prendre la forme d'une cuvette étanche perforée de trous de drainage menant à l'extérieur. Les aérateurs à lames doivent être conçus et fabriqués de façon telle qu'un jet d'eau sous pression, provenant par exemple d'un gicleur, ne puisse pas pénétrer dans le coffre. La zone d'aération doit être légèrement inférieure à la zone de filtrage.
- Un couvercle d'aérateur doit permettre de réduire la taille de l'ouverture d'aération durant l'hiver. Le couvercle doit être pourvu d'un trou central de 25 mm de diamètre et doit s'adapter au support du filtre à air sans qu'il soit nécessaire d'enlever le filtre. Le couvercle doit être fait d'un matériau identique à celui du coffre, fini de la même manière.
- Chaque coffre doit être doté d'un dispositif de chauffage à air pulsé. L'ensemble de chauffage doit comprendre un dispositif de chauffage, un ventilateur, une poignée et un support de montage. L'ensemble doit pouvoir s'adapter et se monter à l'intérieur du coffre. Le dispositif de chauffage doit être commandé par thermostat.
- Le dispositif de chauffage doit utiliser l'alimentation disponible à l'intérieur du coffre.

.6 Schéma de câblage du coffre

- Deux ensembles de schémas de câblage du coffre, à l'épreuve de la décoloration, doivent accompagner chaque coffre. Ces schémas ne

doivent pas être exclusifs au fabricant. Ils doivent identifier tous les circuits et pouvoir s'interpréter facilement. Les schémas doivent être rangés dans le coffre.

- Des schémas à l'échelle illustrant la configuration détaillée de l'équipement et des schémas de câblage de tout l'équipement installé dans le coffre doivent être soumis aux fins d'approbation.

.7 Montage du coffre

- Le coffre doit être monté sur le poteau du système de surveillance, de la façon décrite en 3.1.3.
- Le matériel de montage doit être fourni.
- Le matériel de montage doit être fait du même matériau et fini de la même façon que le coffre.

3.1.6 Magnétoscope

- Le magnétoscope doit utiliser une bande VHS ordinaire pour l'enregistrement.
- Le magnétoscope doit pouvoir effectuer des enregistrements vidéo d'une durée de 6 heures sur une bande VHS ordinaire, à une résolution horizontale compatible avec la caméra vidéo.
- Un dispositif d'alarme doit être intégré au magnétoscope afin de faciliter le déclenchement du mode d'enregistrement à l'arrivée d'un deuxième train.
- Le dispositif d'alarme doit être doté d'un mécanisme de déclenchement manuel facilitant l'obtention d'une période d'enregistrement variable pour chaque appel d'alarme.
- Les connecteurs d'entrée vidéo et d'alarme doivent être compatibles et fonctionner avec le reste du système de surveillance.
- Après une panne de courant, le magnétoscope doit pouvoir reprendre l'enregistrement des événements visés par l'alarme, y compris l'indication de l'heure et de la date (c.-à-d. que le système ne doit pas exiger la réinitialisation manuelle de la programmation de l'heure, de la date, des réglages d'alarme, etc.).

3.2 Méthode

3.2.1 Caméra de télévision en circuit fermé et objectif

- La caméra et l'objectif doivent être solidement fixés à la monture C afin de ne constituer qu'une seule unité opérationnelle.
- La caméra et l'objectif doivent être solidement fixés à la base du coffre protecteur.
- Le coffre protecteur doit être fixé au matériel de montage situé au sommet du poteau.

- La caméra doit être montée à l'intérieur du coffre de façon que l'espacement entre l'objectif et la fenêtre soit maintenu au minimum lorsque l'objectif est en position de pleine extension.
- Tout bloc d'alimentation externe doit être monté solidement à l'intérieur du coffre.
- La caméra doit être positionnée à l'intérieur du coffre de façon que son poids ne porte pas sur la monture de l'objectif. Le contractant doit fournir et installer le matériel de montage nécessaire, y compris les cales d'espacement, entre le coffre et la caméra de façon à obtenir un montage équilibré.

3.2.2 Coffre protecteur

- Le coffre protecteur, y compris la caméra, l'objectif, les dispositifs de chauffage et l'équipement de ventilation, doit être fixé au matériel de montage, qui doit lui-même être installé sur un poteau.
- Le contractant doit veiller à ce que tout l'ensemble au sommet du poteau soit mis à la terre au moyen d'un fil acheminé jusqu'au contrôleur.

3.2.3 Poteau et matériel de montage

- Un poteau de bois de 10 mètres enfoncé en terre doit être utilisé pour monter la caméra.
- Le poteau doit être installé à l'intérieur de l'emprise du CN.
- Le poteau doit être installé de façon à maintenir un dégagement d'environ 1 200 cm (472 po) (parallèlement aux voies) entre le poteau et le bord du trottoir.
- Le poteau doit être installé de façon à maintenir un dégagement d'environ 100 cm (39 po) (perpendiculairement aux voies), en plus du dégagement prévu entre le panneau d'AAAT et la voie la plus rapprochée (p. ex., si un dégagement de 200 cm est maintenu pour le panneau d'AAAT, un dégagement de 300 cm sera nécessaire pour le poteau de télévision en circuit fermé, compte tenu des restrictions liées à l'emprise ci-dessus).
- Il importe de suivre autant que possible les directives d'installation du poteau indiquées ci-dessus. S'il est nécessaire de s'en écarter au moment de l'installation, des modifications mineures pourront être apportées, une fois que Transports Canada ou son représentant en aura autorisé l'exécution. Dans ces circonstances, le poteau sera positionné de façon que la caméra permette de surveiller sans obstacle les deux zones d'attente des piétons du côté rapproché du passage à niveau (d'un côté ou de l'autre de la route), sans qu'il faille recourir à une caméra dotée de fonctions de pivotement horizontal, d'inclinaison verticale et de zoom.

3.2.4 Câblage

.1 Généralités

- L'installation doit comporter les câbles de raccordement et les connecteurs nécessaires pour rendre le système de surveillance complètement opérationnel.
- Les câbles doivent être continus, de la source à la destination. Aucune épissure de câbles n'est acceptable.
- Les câbles doivent être soigneusement étiquetés à leurs deux extrémités pour indiquer la source, la destination et la fonction. Tous les câbles doivent être étiquetés conformément à la convention d'étiquetage de Transports Canada (qui sera fournie par Transports Canada).
- Un relâchement des câbles suffisant doit être maintenu pour la maintenance.
- Tous les câbles doivent être fixés et protégés selon les besoins, à la satisfaction de Transports Canada ou de son représentant.
- Tout le câblage électrique doit satisfaire aux exigences du Code canadien de l'électricité et des autorités locales d'hydroélectricité.
- Tous les câbles et connecteurs doivent être conformes aux normes industrielles et approuvés par Transports Canada ou son représentant.

3.2.5 Coffre

Le coffre doit être fixé au poteau à une hauteur permettant d'accéder facilement au magnétoscope et d'effectuer la maintenance.

Le coffre doit être correctement mis à la terre.

3.2.6 Magnétoscope

Le magnétoscope doit être monté et fixé à l'intérieur du coffre, et il doit être raccordé comme suit :

- La sortie de la caméra doit être branchée à l'entrée du magnétoscope.
- Le fil du circuit de détection doit être branché aux circuits d'alarme du magnétoscope.

3.2.7 Connexions d'alimentation

Tous les éléments du système de surveillance doivent être correctement alimentés. Comme il a été mentionné plus haut, le contractant doit se charger du branchement de l'alimentation.

4. FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME DE SURVEILLANCE

Le contractant doit surveiller l'état du magnétoscope. Chaque semaine, le contractant doit inspecter l'appareil pour s'assurer :

- que la fonction de déclenchement d'alarme lance un enregistrement;
- que l'enregistrement dure jusqu'à la sortie de la zone de détection;
- que la bande vidéo ne présente aucun problème; et
- que toutes les connexions sont solides et opérationnelles.

Le contractant doit récupérer les bandes vidéo dans le magnétoscope. Plus précisément, le contractant doit, chaque semaine :

- s'assurer que la bande vidéo est remplie à moins de 80 % de sa pleine capacité. Si tel est le cas, la bande vidéo utilisée doit rester dans le magnétoscope. Le contractant doit remettre le magnétoscope à son état normal d'attente d'enregistrement. L'utilisation de la bande vidéo sera vérifiée de nouveau une semaine plus tard; ou
- récupérer la bande vidéo et la faire parvenir à Transports Canada par messagerie. Dans ce cas, une nouvelle bande vidéo vierge doit être insérée à la place de la bande utilisée. Le contractant doit remettre le magnétoscope à son état normal d'attente d'enregistrement.

5. CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

Le contrôle de la qualité du système d'AAAT est décrit dans les spécifications générales. Cette section décrit le processus de contrôle de la qualité pour le système de surveillance d'AAAT.

5.1 Essais pré-installation

Les essais de fonctionnement doivent se fonder sur les procédures d'essai normalisées du fabricant ainsi que sur les exigences décrites dans le présent document. Les essais de fonctionnement doivent porter au moins sur les éléments suivants :

5.1.1 Caméra de télévision en circuit fermé et objectif

- Le fonctionnement du circuit de compensation automatique de luminosité doit être vérifié.
- Le fonctionnement des commandes de mise au point arrière, d'alimentation, de CAG, de mise au point et de zoom doit être vérifié.
- Les circuits de calage automatique du niveau noir doivent être réglés.
- La résolution horizontale doit être confirmée.
- Le rapport signal/bruit de la caméra doit être mesuré à différents niveaux d'éclairement dans le but de confirmer le respect des exigences établies dans le présent document. Les essais doivent se dérouler selon la procédure de mesure spécifiée par le fabricant.
- La sortie vidéo doit être réglée à 1 volt c.-à-c. entre la pointe de synchronisation et la crête de blanc, et l'écart doit être mesuré dans le but d'assurer la conformité aux exigences du présent document.

- Il est nécessaire d'éliminer la lumière parasite intense dans l'objectif, qui produit des niveaux d'éclairement inégaux sur l'image.

5.1.2 Coffre protecteur

- Le fonctionnement des circuits internes, des dispositifs de chauffage et des ventilateurs doit être vérifié.

5.2 Essais de preuve de performance

Le contractant doit, à chaque emplacement de caméra, effectuer des essais de preuve de performance comportant les opérations suivantes :

- Mesure et enregistrement du niveau de sortie vidéo au coffre sur le terrain.
- Vérification du fonctionnement des circuits de compensation automatique de luminosité.
- Démonstration du fonctionnement du zoom manuel (avant/arrière), du diaphragme et de la mise au point.
- Démonstration que les signaux vidéo arrivent bien au magnétoscope du coffre.
- Démonstration que le champ de vision comprend bien les zones d'attente des piétons.
- Démonstration que la résolution d'image convient bien à l'observation du comportement des piétons.

5.3 Essais d'intégration du système

Le contractant doit exécuter des essais d'intégration du système afin de s'assurer que la caméra de télévision en circuit fermé, l'objectif et le coffre satisfont bien aux normes spécifiées lorsqu'ils sont utilisés avec tous les autres dispositifs (p. ex., le circuit de détection).

6. MESURES EN VUE DU PAIEMENT

L'unité de mesure est la somme forfaitaire, selon la description ci-dessus.

7. BASE DE PAIEMENT

Le paiement au prix du marché doit permettre un plein dédommagement pour l'ensemble de la main-d'œuvre, de l'équipement et du matériel nécessaire à l'exécution des travaux, y compris la livraison, l'installation, les essais et la production de la totalité des dessins, documents et résultats d'essai.

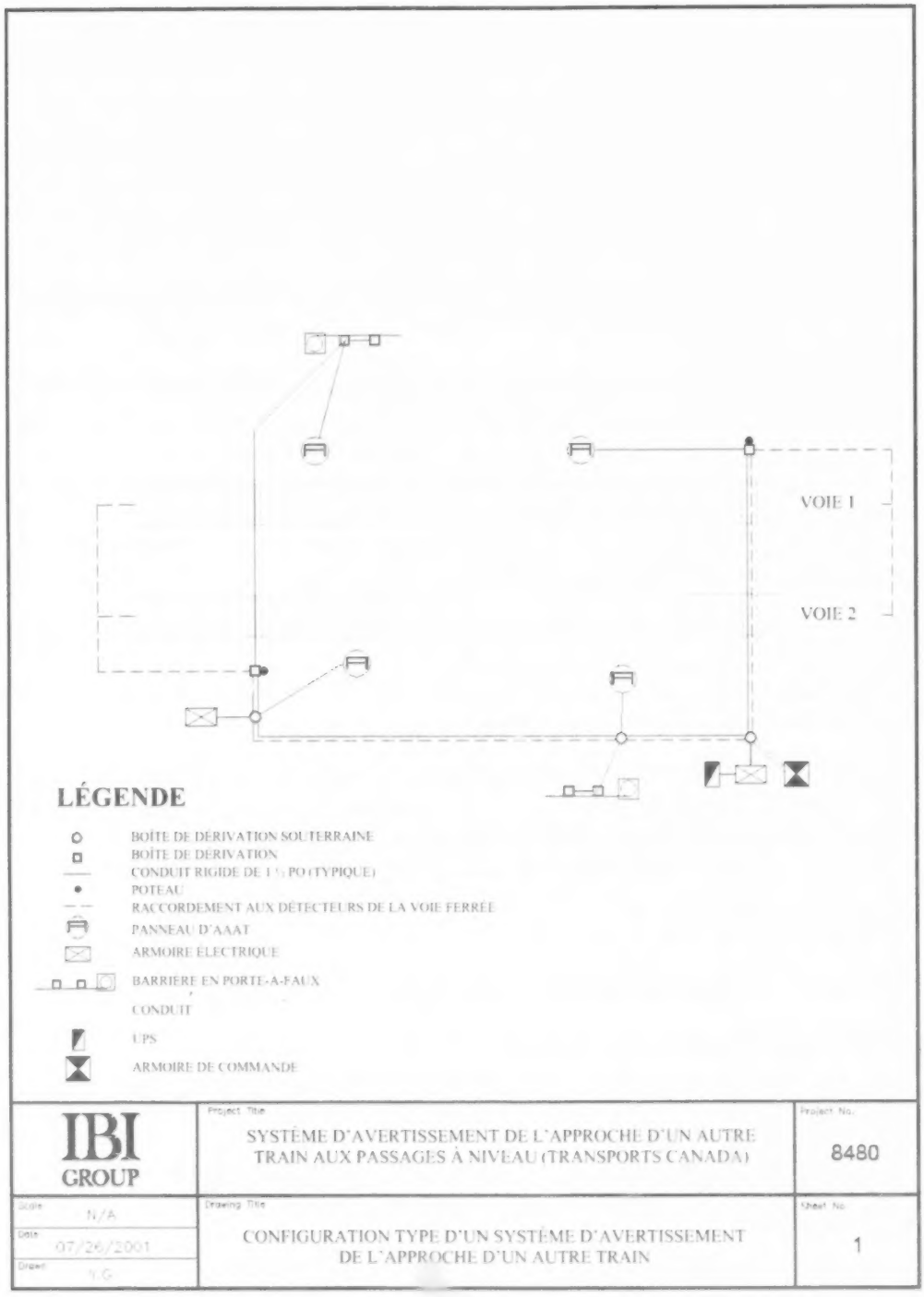
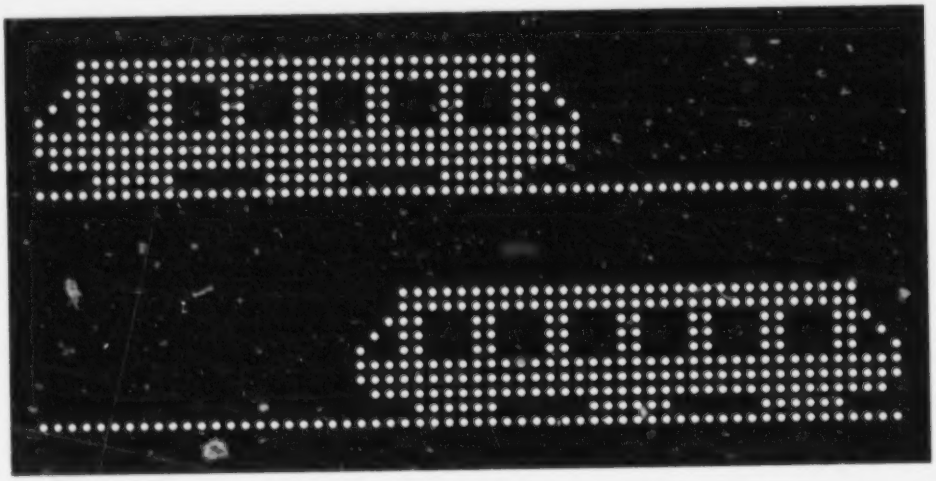


Figure F-1 Configuration générale des panneaux du système d'AAAT

IBI GROUP	Project Title: SYSTÈME D'AVERTISSEMENT DE L'APPROCHE D'UN AUTRE TRAIN AUX PASSAGES A NIVEAU (TRANSPORTS CANADA)	Project No.: 8480
Scale: N/A Date: 07/26/2001 Drawn: Y.G.	Drawing Title: PANNEAU D'AAAT DE TYPE 1 – AFFICHAGE A	Sheet No.: 2

Figure F-2 Contenu du panneau de type 1 (message textuel)



IBI GROUP	Project Title: SYSTÈME D'AVERTISSEMENT DE L'APPROCHE D'UN AUTRE TRAIN AUX PASSAGES À NIVEAU (TRANSPORTS CANADA)	Project No.: 8480
Scale: N.A. Date: 07/26/2001 Drawn: Y.G.	Drawing Title: PANNEAU D'AAAT DE TYPE 1 - AFFICHAGE B	Sheet No.: 3

Figure F-3 Contenu du panneau de type 1 (représentation de trains)

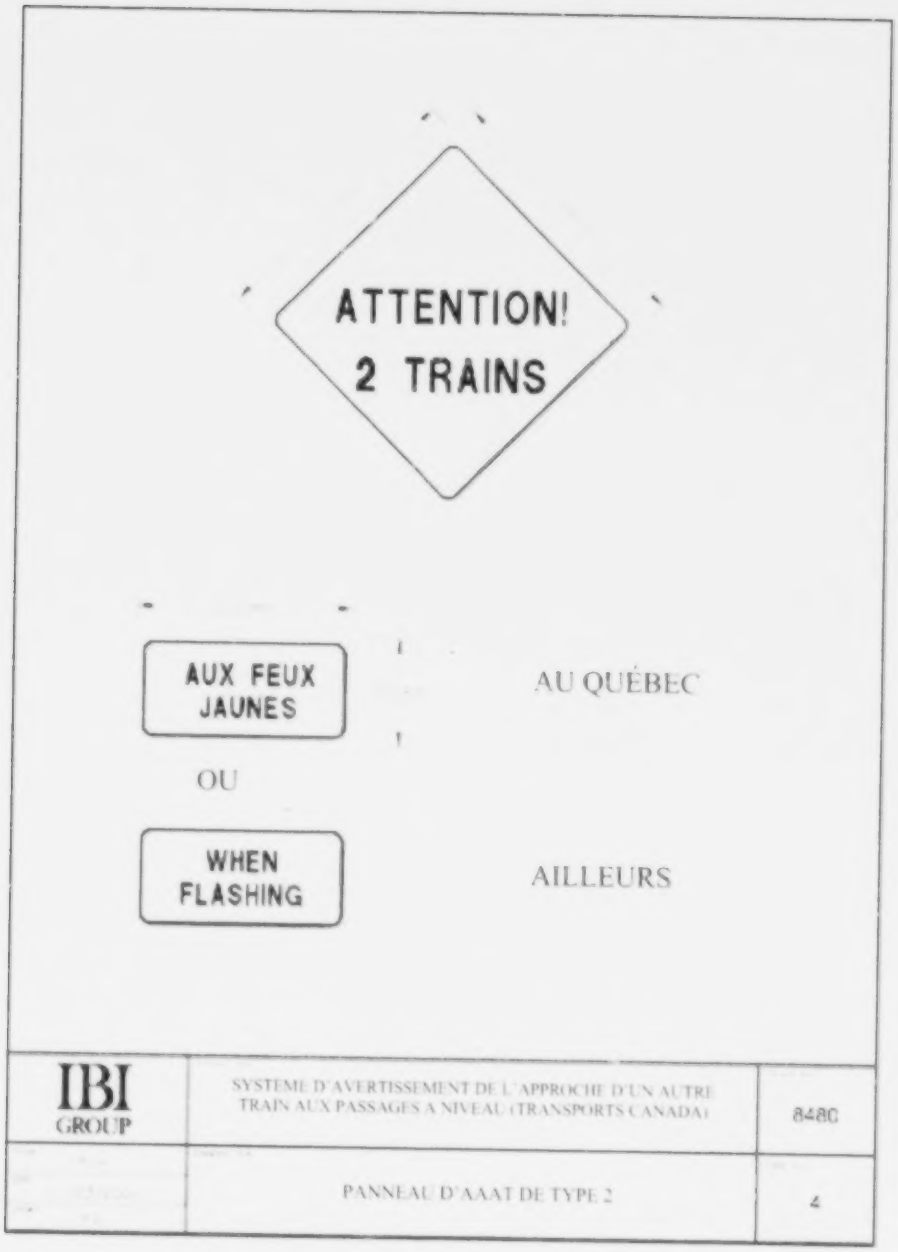


Figure F-4 Contenu du panneau de type 2

Figure F-5 Montage des panneaux

Panneau d'AAAT déclenché par un dispositif de fermeture à contacts secs. Panneau alimenté en tout temps. Le relais de déclenchement doit être installé sur le circuit du système de commande existant.

IBI GROUP	Project Title: SYSTÈME D'AVERTISSEMENT DE L'APPROCHE D'UN AUTRE TRAIN AUX PASSAGES À NIVEAU (TRANSPORTS CANADA)	Project No.: 8480
Scale: N/A Date: 07/26/2001 Drawn: Y.G.	Drawing Title: SCHÉMA FONCTIONNEL DE DÉCLENCHEMENT DES PANNEAUX D'AAAT	Sheet No.: 6

Figure F-6 Schéma fonctionnel de déclenchement

ANNEXE G

FORMULAIRE DE SONDAGE SUR LE CONTENU DES PANNEAUX

Projet de système d'avertissement de l'approche d'un autre train
Transports Canada

Sondage sur le contenu des panneaux
Gare centrale de Montréal, Québec
18 avril 2002

Données démographiques :

Langue préférée	Anglais ❒		Français ❒	
Âge approximatif	< 18 ans ❒	18 à 39 ans ❒	40 à 65 ans ❒	> 65 ans ❒

Préambule

«Imaginez que vous marchez en direction du passage à niveau apparaissant sur la photo. Un train vient de passer, les barrières sont abaissées, les feux clignotent encore et la sonnerie résonne.»

Question 1 :

En tant que piéton arrêté au passage à niveau, à quoi vous attendez-vous si les feux du panneau avertisseur jaune se mettent à clignoter?

À l'arrivée d'un autre train/il faut surveiller l'arrivée d'un autre train. ❒

À la présence de deux trains dans le passage à niveau. ❒

Je ne sais pas. ❒

Autre ❒ Veuillez préciser : _____

Question 2 :

Si la réponse à la question 1 ne mentionne pas l'arrivée/le passage d'un deuxième train, expliquez alors à cette personne : *«Le panneau a pour but d'avertir les piétons qu'un autre train s'approche du passage à niveau alors qu'un premier train a déjà déclenché le système d'avertissement.»*

Comment modifieriez-vous le panneau pour qu'il avertisse les piétons d'un tel danger?

ANNEXE H

CARACTÉRISTIQUES FONCTIONNELLES DU SYSTÈME D'AVERTISSEMENT DE L'APPROCHE D'UN AUTRE TRAIN

SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES

1. DESCRIPTION GÉNÉRALE

Le système d'avertissement de l'approche d'un autre train comprend un avertisseur automatisé qui détecte l'arrivée d'un deuxième train et transmet des messages clairs aux piétons sur les lieux d'un passage à niveau. L'arrivée d'un deuxième train se définit ici comme l'intervalle de temps durant lequel deux trains traversent un passage à niveau, l'un après l'autre, dans la même période de déclenchement du système d'avertissement (un seul déclenchement de la barrière et/ou du feu clignotant pour les deux trains).

Le système d'avertissement de l'approche d'un autre train se compose des éléments suivants :

- panneau d'avertissement de l'approche d'un autre train (panneau d'AAAT) – panneau fixe muni de feux ambre à clignotement alternatif (*wig-wag*)[1].
- structure portante du panneau – poteau de montage en bordure de route, avec un dégagement de 2,45 m (8 pi).
- équipement de déclenchement de panneau – relais logique d'avertissement de l'approche d'un autre train, branché aux circuits ferroviaires utilisés avec le matériel existant.
- raccordement électrique de panneau – câblage et sectionneur correspondants.

Le panneau d'AAAT peut aussi être un panneau préprogrammé à états limités muni de diodes électroluminescentes (DEL) qui s'allument à l'arrivée d'un deuxième train.

Nota : (1) Selon les conditions réelles du site, l'emplacement du panneau et les zones d'attente des piétons prévues, il peut être nécessaire d'installer des feux additionnels derrière les premiers feux et orientés en direction opposée, pour que les piétons en attente puissent constater le déclenchement du système d'AAAT.

2. EXIGENCES FONCTIONNELLES

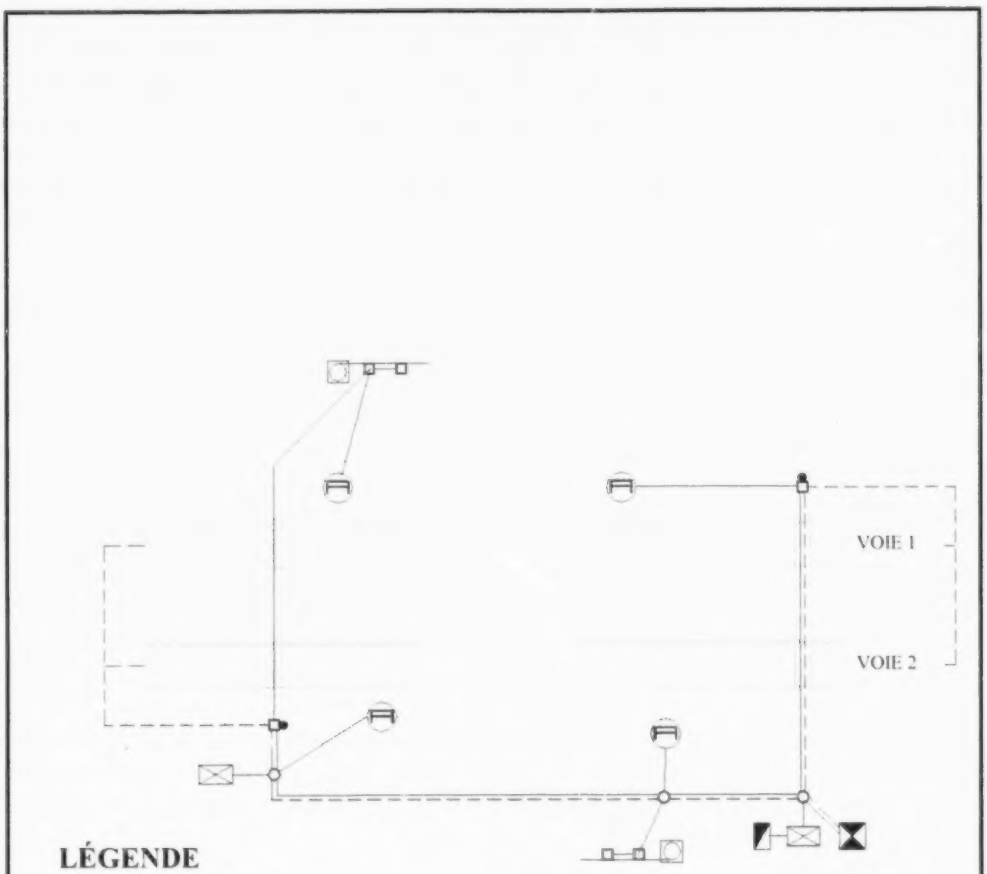
2.1 Situation de l'équipement

Les panneaux d'AAAT doivent typiquement être situés aux emplacements indiqués sur la figure H-1. Transports Canada fournira les plans de situation réels des installations, dans le cadre des exigences particulières accompagnant les exigences générales.

Un panneau d'AAAT doit être installé bien en évidence à chaque accès menant à un passage piétonnier traversant les voies ferrées (jusqu'à 4 emplacements distincts par passage à niveau). Ce panneau se trouvera typiquement du côté rapproché des voies ferrées, face à la zone rapprochée d'attente des piétons.

Dans tous les cas, les panneaux d'AAAT doivent être conçus et placés de manière à optimiser la lisibilité pour les piétons qui traversent les voies ferrées.

Les panneaux d'AAAT ne doivent être cachés par aucun obstacle visuel le long des routes (arbres, écriteaux, poteaux, etc.).



LÉGENDE

- BOÎTE DE DÉRIVATION SOUTERRAINE
- BOÎTE DE DÉRIVATION
- CONDUIT RIGIDE DE 1 ½ PO (TYPIQUE)
- POTEAU
- RACCORDEMENT AUX DÉTECTEURS DE LA VOIE FERRÉE
- PANNEAU D'AAAT
- ARMOIRE ÉLECTRIQUE
- BARRIÈRE EN PORTE-À-FAUX
- CONDUIT
- UPS
- ARMOIRE DE COMMANDE

IBI GROUP	Project Title: SYSTÈME D'AVERTISSEMENT DE L'APPROCHE D'UN AUTRE TRAIN AUX PASSAGES À NIVEAU (TRANSPORTS CANADA)	Project No.: 8480
Scale: N/A Date: 07/26/2001 Drawn: Y.G.	Drawing Title: CONFIGURATION TYPE D'UN SYSTÈME D'AVERTISSEMENT DE L'APPROCHE D'UN AUTRE TRAIN	Sheet No.: 1

Figure H-1 Configuration générale des panneaux du système d'AAAT

2.2 Fonctions des panneaux d'AAAT

Ces systèmes à panneau fixe et feux clignotants doivent être en mesure d'assurer les fonctions suivantes :

- Le panneau fixe doit afficher un message d'avertissement approprié (voir section 3.1.1).
- Les feux clignotants doivent rester désactivés, sauf s'ils sont déclenchés par l'arrivée d'un deuxième train (c.-à-d. que le réglage par défaut doit rester désactivé)

2.3 Détection d'entrée et de sortie

L'autorité ferroviaire doit fournir tous les circuits de détection de train, y compris les signaux indiquant le moment où un train entre dans la zone de détection d'un passage à niveau et le moment où il en sort. Le système d'avertissement de l'approche d'un deuxième train doit présenter les caractéristiques suivantes :

- Un circuit logique doit déclencher le panneau d'AAAT uniquement à la réception d'une combinaison déterminée de signaux de détection (interprétés comme une commande) en provenance des circuits de détection des voies ferrées.
- Le circuit logique doit uniquement produire un signal de déclenchement du panneau d'AAAT lorsque les circuits de détection des voies ferrées indiquent l'entrée d'un train dans la zone de détection du passage à niveau ET l'entrée d'un deuxième train dans la même zone de détection du passage à niveau (quel que soit le nombre de voies ferrées) avant que le premier train sorte de la zone de détection.
- Le circuit logique doit maintenir un signal de déclenchement de panneau d'AAAT jusqu'à ce que les deux trains soient sortis de la zone de détection du passage à niveau.

3. EXIGENCES MATÉRIELLES

3.1 Panneau d'avertissement

3.1.1 Affichage

- le panneau fixe doit afficher le message «ATTENTION!», «2 TRAINS», un indicateur secondaire précisant, soit «Aux feux jaunes» pour les applications au Québec, soit «When Flashing» pour les applications à l'extérieur du Québec, comme l'illustre la figure H-2;
- le devant du panneau doit être fait d'une feuille à haute réflectivité;
- le panneau principal doit avoir 750 mm de côté et l'indicateur secondaire doit mesurer 600 mm x 300 mm, tous les caractères étant d'une hauteur conforme au document *Metric Edition Standard Alphabets for Highway Signs and Pavement Markings* (département des Transports des É.-U.), comme l'illustre la figure H-2 et conformément aux lignes directrices de l'ATC sur les panneaux d'avertissement;
- les feux doivent clignoter à une fréquence de 50-60 fois par minute, conformément aux lignes directrices de l'ATC sur les panneaux d'avertissement;
- le panneau doit être clairement lisible à 30,5 m (100 pi).

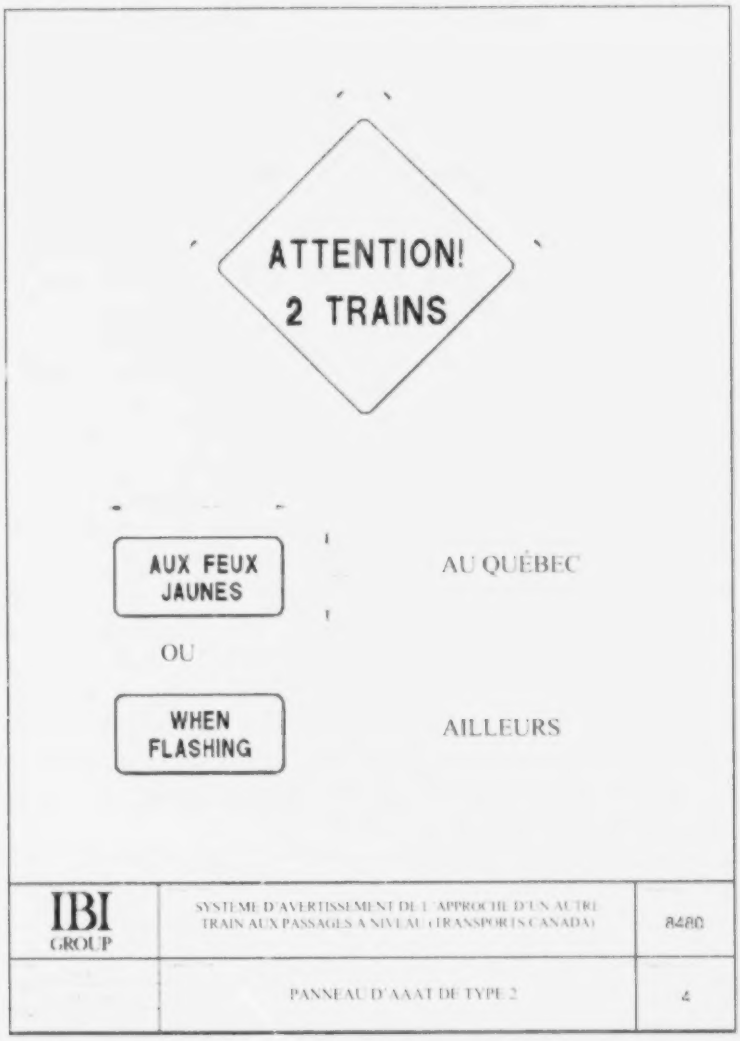


Figure H-2 Contenu du panneau de type 2

3.2 Structure portante du panneau

Comme l'illustre la figure H-3, la structure portante du panneau d'AAAT doit présenter les caractéristiques suivantes :

- Le panneau doit être monté sur un poteau d'aluminium rond galvanisé de 3,35 m (11 pi) à diamètre extérieur de 12,7 cm (5 po).
- Le poteau doit être installé à l'intérieur de l'emprise ferroviaire.
- Le poteau doit être monté sur une base de béton appropriée.
- La base du poteau et le poteau doivent être installés de façon à maintenir un dégagement d'environ 50 cm (20 po) (parallèlement aux voies) entre le poteau et le bord du trottoir.

- La base du poteau et le poteau doivent être installés de façon à maintenir un dégagement minimal (perpendiculairement aux voies) entre le poteau et la voie la plus rapprochée. Le dégagement minimal sera défini par le propriétaire/exploitant ferroviaire.
- Le panneau doit être fixé en son centre sur le poteau au moyen d'un support en U et de bandes de retenue (ou d'un autre dispositif de fixation approprié), avec un dégagement de 250 cm (98 po). Le matériel de montage doit avoir une résistance suffisante pour minimiser le vacillement ou le déchaussement aux conditions propres au site.
- Le poteau de montage servira de conduit pour l'alimentation du panneau.

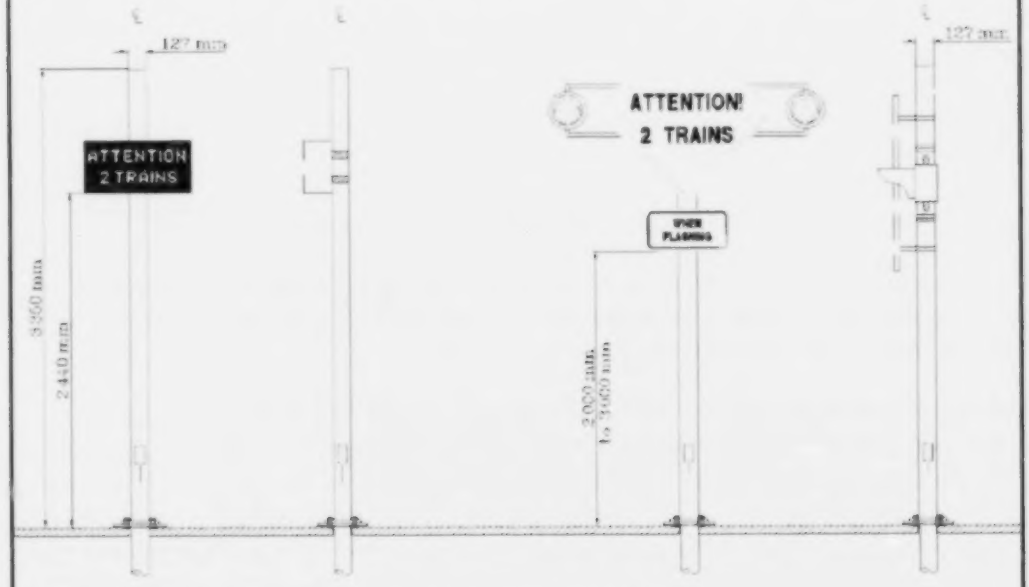
Il importe de suivre autant que possible les directives d'installation du poteau indiquées ci-dessus. S'il est nécessaire de s'en écarter au moment de l'installation, des modifications mineures pourront être apportées, une fois que Transports Canada ou son représentant en aura autorisé l'exécution. Dans ces circonstances, l'accent sera mis sur le maintien d'une visibilité adéquate du panneau pour les piétons.

Le cas échéant, les panneaux d'AAAT peuvent être montés sur des structures existantes. Le contractant sera responsable de l'obtention des approbations nécessaires pour une telle configuration de montage. Le contractant doit confirmer que la structure existante proposée convient, sur le plan structurel, à l'utilisation prévue. Un ingénieur qualifié (pour la province en question) doit certifier que cette structure est convenable.

3.3 Exigences d'interfaçage pour le déclenchement du panneau

Aux emplacements sélectionnés, Transports Canada fournira des circuits de détection et d'annulation définissant la zone de détection. Ces circuits seront raccordés à l'intérieur d'un boîtier fourni par Transports Canada.

Le contractant doit fournir un circuit logique qui interprétera les entrées de détection des voies existantes afin de déclencher les panneaux d'AAAT conformément à la section 2.3. Transports Canada accordera au contractant l'accès au boîtier de commande du passage à niveau dans le but d'installer les circuits logiques qui déclencheront le panneau d'AAAT. Les circuits logiques feront appel aux circuits ferroviaires existants pour déclencher le panneau ou les feux, selon la combinaison des entrées de détection décrite. La figure H-4 donne un schéma général de cette configuration.



NOTA TOUS LES POTEAUX SONT POSÉS SUR UN SOCLE DE BÉTON

IBI GROUP	SYSTÈME D'AVERTISSEMENT DE L'APPROCHE D'UN AUTRE TRAIN AUX PASSAGES À NIVEAU (TRANSPORTS CANADA)	8480
Scale N/A Date 07/26/2001 Drawn Y.G.	STRUCTURE PORTANTE DES PANNEAUX D'AAAT	5

Figure H-3 Montage des panneaux

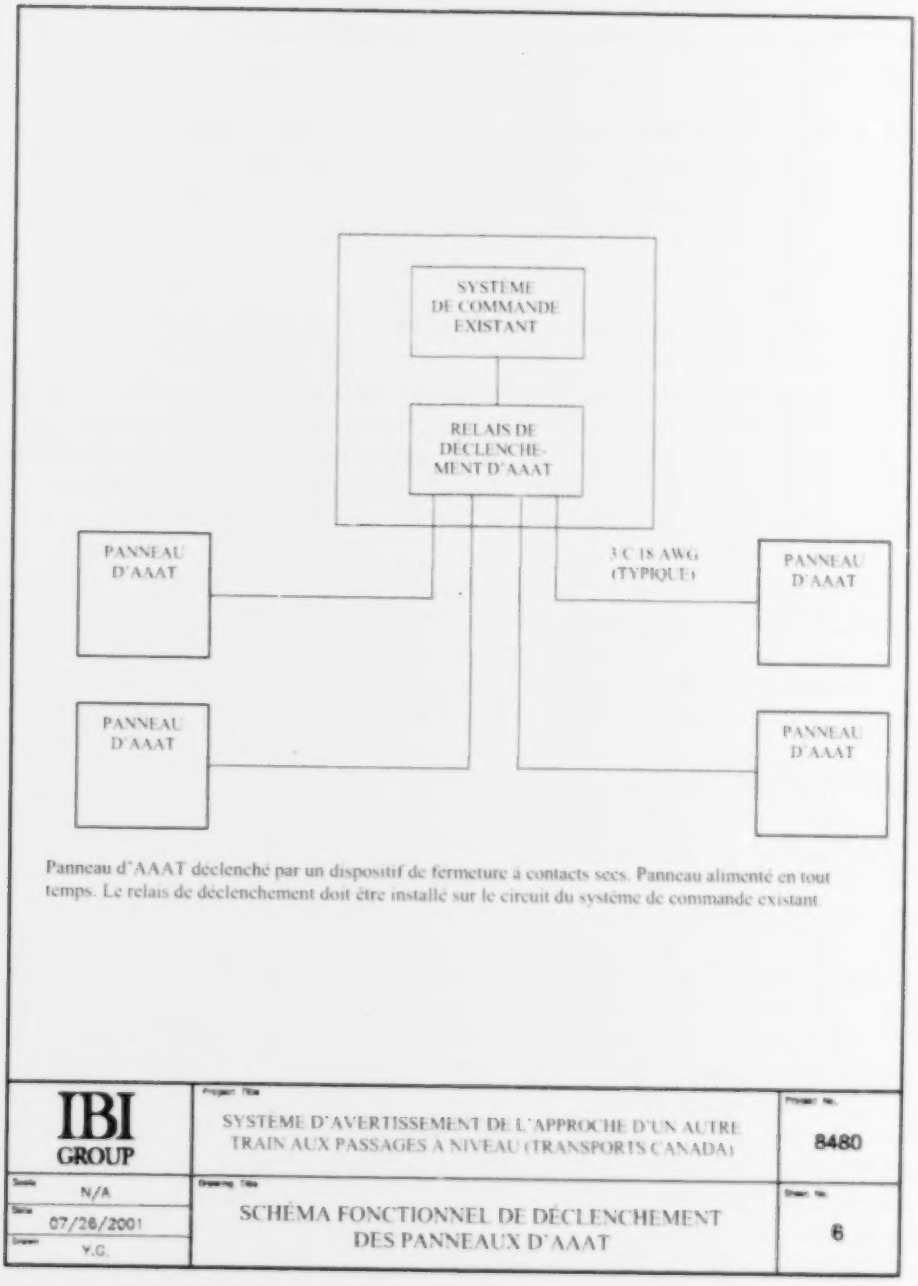


Figure H-4 Schéma fonctionnel de déclenchement

3.4 Système électrique

L'alimentation sera acheminée par ligne aérienne ou conduit souterrain, selon ce qui convient à l'emplacement en question. Le contractant sera responsable de toute la coordination avec les services publics d'électricité compétents, pour ce qui est des autorisations et des raccordements électriques complets du panneau d'AAAT et de tous les éléments connexes sur le terrain.

Tous les éléments électriques/électroniques doivent être modulaires, interchangeables et enfichables, être des produits standard des fabricants et porter une certification CSA, dans la mesure du possible. S'il n'existe aucune norme de la CSA pour un élément proposé, on pourra recourir à la certification d'un autre organisme de normalisation, avec l'autorisation de Transports Canada ou de son représentant.

Toutes les exigences de sécurité en électricité doivent être respectées.

Tous les éléments utilisés doivent être parfaitement étanches et capables de fonctionner dans n'importe quelles conditions environnementales existant sur les lieux de l'emplacement proposé. Avant d'entreprendre le projet, le contractant doit obtenir une confirmation de Transports Canada ou de son représentant en ce qui a trait à l'éventail requis des conditions environnementales de fonctionnement.

Tous les éléments doivent être traités de façon à ne subir aucune corrosion durant une période de trois ans à compter de la date de livraison.

Tous les connecteurs et éléments doivent être totalement conformes au Code, faciles à obtenir et robustes.

4. EXIGENCES D'INSTALLATION

Tous les aspects de l'installation, y compris le contrôle de la circulation, les méthodes d'installation, l'équipement et le matériel de fixation, doivent être approuvés par Transports Canada ou par son représentant.

Tous les circuits d'alimentation et de déclenchement doivent être formés de câbles continus sans épissure, de la source à la destination. Aucune épissure de câbles n'est autorisée.

4.1 Précautions

Il importe de ne pas endommager l'équipement durant le transport et l'installation. Si l'équipement fourni est endommagé, ce qui en modifie les caractéristiques, l'équipement sera réparé par le contractant (à la satisfaction de Transports Canada ou de son représentant) ou remplacé aux frais du contractant.

Dans tous les cas, des précautions appropriées s'imposent dans le but de protéger tout l'équipement ainsi que les connexions et câbles correspondants contre les effets potentiellement nuisibles des conditions météorologiques.

4.2 Régulation de la circulation

Le contractant doit établir un plan de régulation de la circulation convenant aux processus d'installation proposés. Il doit obtenir de Transports Canada les normes les plus récentes en matière de travaux effectués sur les routes et en bordure des routes.

Tous les plans de régulation de la circulation doivent être soumis à Transports Canada et aux autorités routières compétentes aux fins d'approbation. Il est impératif d'obtenir l'approbation de Transports Canada ou de son représentant au moins trois jours ouvrables avant le début des travaux.

4.3 Installation des panneaux

Les panneaux d'AAAT doivent être montés sur poteau, conformément à la description de la section 3.2. Les panneaux doivent être mis à niveau et orientés en direction de la zone d'attente des piétons ou dans la direction indiquée par Transports Canada ou son représentant.

Les câbles d'alimentation et les circuits de déclenchement doivent être protégés par un conduit étanche. Un ingénieur professionnel autorisé à pratiquer dans la province où l'installation a lieu doit attester la méthode d'installation de ces câbles.

Le contractant doit coordonner ses activités avec Transports Canada ou son représentant, afin de veiller à ce que tous les blocs d'alimentation électriques et circuits de déclenchement nécessaires soient disponibles avant l'installation des panneaux d'AAAT.

4.4 Connexion entre le circuit de détection et le panneau d'AAAT

Le contractant doit établir et maintenir la connexion entre le circuit de détection ferroviaire et le panneau.

Un circuit logique doit être installé à l'intérieur du boîtier de commande de passage à niveau (barrière), de la façon décrite dans la section 3.3.

5. CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

Le contractant est responsable de tous les essais et de la documentation nécessaires pour obtenir l'approbation et l'acceptation de l'installation et du fonctionnement des panneaux d'AAAT. On trouvera ci-dessous les exigences de contrôle de la qualité propres à cet élément.

Le contractant doit établir des procédures d'essai et effectuer les essais pré-installation et de preuve de performance. Les procédures d'essai et les résultats finaux des essais devront être approuvés par Transports Canada ou son représentant.

Transports Canada ou son représentant pourra assister à tous les essais. Le contractant doit donner à Transports Canada ou à son représentant un préavis de 48 heures avant l'exécution des essais.

Le contractant doit soumettre à Transports Canada (pour fins d'approbation) des procédures d'essai détaillées au plus tard deux (2) semaines après l'adjudication du marché, selon les exigences de performance décrites dans le présent document. Ces procédures doivent illustrer la nature des essais à effectuer. Le contractant doit soumettre au total une copie électronique et quatre copies sur papier des procédures d'essai, une fois que celles-ci auront été acceptées et avant le début des essais.

Pour les essais indiqués ci-dessus, le contractant doit inscrire sur un certificat d'essai approprié les données de référence de l'emplacement, les données de référence de l'appareil, la date de l'essai, les conditions météorologiques existantes, la température ambiante, la mesure de performance acceptable et la performance réelle de l'appareil durant l'essai.

Tous les résultats d'essai doivent être soumis à Transports Canada ou à son représentant pour fins d'approbation. Les résultats doivent être soumis au plus tard deux semaines après les essais. Le contractant doit, selon les directives de Transports Canada ou de son représentant, corriger ou remplacer tous les matériaux qui ne subissent pas avec succès les essais ci-dessus.

5.1 Dessins d'atelier

Le contractant doit soumettre des dessins d'atelier illustrant le coffre du panneau, le matériel de montage, l'installation sur poteau, les connexions électriques et les connexions de détection (y compris un schéma logique et un schéma de câblage) au plus tard deux (2) semaines après l'adjudication du marché.

5.2 Essai pré-installation

Le contractant doit effectuer des essais pré-installation afin de s'assurer que les panneaux d'AAAT fonctionnent sans erreur.

5.3 Essai de preuve de performance

Le contractant doit effectuer des essais de preuve de performance pour s'assurer que les panneaux d'AAAT fonctionnent sans erreur sur les lieux d'utilisation. Chacune des fonctions décrites dans la partie 2 du présent document doit faire l'objet d'une démonstration.

Le contractant doit exécuter les essais de preuve de performance en collaboration avec Transports Canada ou son représentant.

Tous les essais de preuve de performance des panneaux d'AAAT doivent être effectués dans les cinq (5) jours ouvrables suivant l'installation.

6. EXIGENCES DE MAINTENANCE

Le contractant doit être prêt à conclure avec Transports Canada un marché de maintenance d'une durée d'un an, avec des prolongations optionnelles d'un an jusqu'au maximum de trois ans.

Les clauses du marché de maintenance sont négociables, et les contractants soumissionnaires doivent présenter une évaluation du programme de maintenance proposé, des détails sur ce programme ainsi qu'une estimation des coûts.

7. MESURES EN VUE DU PAIEMENT

Les mesures relatives aux panneaux d'avertissement de l'approche d'un autre train se fondent sur la quantité planifiée et peuvent être révisées en fonction d'une quantité planifiée rajustée. Les mesures portent sur chaque unité. Dans tous les cas, l'installation, l'essai et la documentation des panneaux d'AAAT, ainsi que toutes les fonctions connexes d'alimentation et de commande, sont compris.

Un paiement annuel distinct visant la maintenance de cet équipement sera négocié conformément à la partie 6.

8. BASE DE PAIEMENT

Le paiement au prix unitaire du marché doit permettre un plein dédommagement ou couvrir l'ensemble de la main-d'œuvre, de l'équipement et du matériel nécessaires à l'exécution des travaux, y compris la fourniture, les essais et la production de documentation et de résultats d'essai.

ANNEXE I

RÉSULTATS DE L'ANALYSE QUALITATIVE

							Mesures				Pondération des mesures			TOTAL	
Province	Chemin de fer	Point milliaire	Subdivision	Route	Municipalité	N de voies	Vitesse maximale des trains	N total de trains	N de piétons	Interdiction de siffler	Vitesse maximale des trains	N total de trains	N de piétons	Interdiction de siffler	Cote totale
Ont.	CP	77,02	Cartier	Avenue Bellevue	Sudbury	2	75	14	50	Non	0,2	0,3	0,4	0,1	1
Qc	CP	6,39	Adirondack	Rue Saint-Alphonse	Farnham	3	20	10	50	Non	0,2	0,3	0,4	0,1	1
C.-B.	CN	102,85	Yale	Rue Church	Langley	2	50	22	100	Non	0,4	0,3	0,4	0,1	1,2
Ont.	CP	76,68	Cartier	Avenue Portage	Sudbury	2	40	31	50	Non	0,4	0,3	0,4	0,1	1,2
C.-B.	CP	112,8	Cascade	Rue Westwood	Port Coquitlam	2	60	36	100	Oui	0,4	0,3	0,4	0,5	1,6
C.-B.	CN	102,92	Yale	Chemin Glover	Langley	2	50	22	100	Oui	0,4	0,3	0,4	0,5	1,6
Man.	CN	3,89	Rivers	Waverley	Winnipeg	3	40	54	50	Oui	0,4	0,3	0,4	0,5	1,6
Ont.	CN	20,18	BALA	Promenade Hillview	Richmond Hill	2	60	27	100	Oui	0,4	0,3	0,4	0,5	1,6
Qc	CP	36,53	Adirondack	Petit Rang Saint-Régis Sud	Saint-Constant	2	50	15	10	Oui	0,4	0,3	0,4	0,5	1,6
Qc	CN	2,94	Montréal	Rue Saint-Ambroise	Montréal	4	45	60	70	Oui	0,4	0,3	0,4	0,5	1,6
Man.	CP	4,6	La Rivière	Avenue Grant	Winnipeg	2	10	6	200	Non	0,2	0,3	1,2	0,1	1,8
Qc	CP	6,35	Adirondack	Rue Saint-André	Farnham	3	20	10	200	Non	0,2	0,3	1,2	0,1	1,8
Qc	CN	17,52	Kingston	Avenue Woodland	Beaconsfield	2	100	51	20	Oui	0,6	0,3	0,4	0,5	1,8
Qc	CN	19,21	Kingston	Rue Morgan	Baie-d'Urfé	2	100	50	100	Oui	0,6	0,3	0,4	0,5	1,8
Qc	CN	59,36	Saint-Hyacinthe	Rue Robert	Saint-Basile-le-Grand	3	95	34	100	Oui	0,6	0,3	0,4	0,5	1,8
Qc	CN	62,33	Saint-Hyacinthe	Rue de la Rabastalière	Saint-Bruno-de-Montarville	2	95	28	100	Oui	0,6	0,3	0,4	0,5	1,8
Qc	CP	12,15	Vaudreuil	Avenue Woodland	Beaconsfield	2	70	44	20	Oui	0,6	0,3	0,4	0,5	1,8
Qc	CP	13,8	Vaudreuil	Rue Morgan	Baie-d'Urfé	2	70	44	100	Oui	0,6	0,3	0,4	0,5	1,8
C.-B.	CP	106,2	Cascade	Voie Maple-Meadows	Maple Ridge	2	60	41	200	Non	0,4	0,3	1,2	0,1	2
Qc	CN	12,21	Bridge	Passage pour piétons	Vanier	2	75	10	200	Non	0,6	0,3	1,2	0,1	2,2
C.-B.	CN	1,82	Ashcroft	Rue Singh	Kamloops	2	50	25	250	Oui	0,4	0,3	1,2	0,5	2,4
C.-B.	CP	58,9	Cascade	Route 9	Kent	3	55	33	200	Oui	0,4	0,3	1,2	0,5	2,4
C.-B.	BN	153,82	New Westminster	Rue Kaslo	Vancouver	3	40	15	200	Oui	0,4	0,3	1,2	0,5	2,4
C.-B.	CP	119,92	Shuswap	Chemin Pat	Kamloops	2	60	33	200	Oui	0,4	0,3	1,2	0,5	2,4
Qc	CN	7,57	Deux-Montagnes	Avenue O'Brien	Saint-Laurent Montréal	2	65	44	250	Oui	0,4	0,3	1,2	0,5	2,4
Qc	CN	69,51	Saint-Hyacinthe	Rue Saint-Georges	Lemoyne	4	38	60	200	Oui	0,4	0,3	1,2	0,5	2,4
Ont.	CN	49,05	Dundas	Avenue Norwich	Woodstock	4	80	34	300	Non	0,6	0,3	1,2	0,5	2,6
Ont.	CN	58,89	Dundas	Rue Themes	Ingersoll	2	70	34	250	Oui	0,6	0,3	1,2	0,5	2,6
Qc	CN	11,75	Bridge	Boul. du Père-Lelievre	Vanier	2	75	10	150	Oui	0,6	0,3	1,2	0,5	2,6
Qc	CN	53,55	Saint-Hyacinthe	Rue Sainte-Anne	Mont Saint-Hilaire	2	95	33	130	Oui	0,6	0,3	1,2	0,5	2,6
Ont.	CN	10,85	Oakville	Avenue Ogden	Mississauga	3	80	116	125	Oui	0,6	0,6	1,2	0,5	2,9
Ont.	CN	16,09	Oakville	Chemin Clarkson	Mississauga	4	80	110	209	Oui	0,6	0,6	1,2	0,5	2,9
Qc	CN	3,6	Montréal	Rue de Courcelles	Montréal	6	20	70	1 000	Oui	0,2	0,3	2	0,5	3
Qc	CP	0,04	Vaudreuil	Avenue Westminster	Montréal	3	25	26	370	Oui	0,2	0,3	2	0,5	3
C.-B.	BN	153,7	New Westminster	Rue Renfrew	Vancouver	2	40	15	1 000	Oui	0,4	0,3	2	0,5	3,2
C.-B.	BN	153,2	New Westminster	Rue Rupert	Vancouver	2	40	17	500	Oui	0,4	0,3	2	0,5	3,2
C.-B.	CP	107,35	Cascade	Chemin Harris	Pitt Meadows	2	60	37	400	Oui	0,4	0,3	2	0,5	3,2
Qc	CN	4,89	Deux-Montagnes	Passage pour piétons	Mont-Royal	2	65	42	400	Oui	0,4	0,3	2	0,5	3,2
Qc	CP	7,25	Lachute	Passage pour piétons	Montréal	2	40	14	500	Oui	0,4	0,3	2	0,5	3,2
Qc	CP	10,21	Lachute	Boulevard des Prairies	Laval	2	45	14	400	Oui	0,4	0,3	2	0,5	3,2
Alb.	CP	2,56	Macleod	50e Avenue SE	Calgary	3	30	338	150	Oui	0,2	1,5	1,2	0,5	3,4
Qc	CN	12,4	Bridge	Passage pour piétons	Vanier	2	75	10	990	Oui	0,6	0,3	2	0,5	3,4
Alb.	CP	3,06	Macleod	58e Avenue SE	Calgary	3	50	336	250	Oui	0,4	1,5	1,2	0,5	3,6
Alb.	CP	3,31	Macleod	61e Avenue SE	Calgary	3	50	336	200	Oui	0,4	1,5	1,2	0,5	3,6
Ont.	CN	11,03	Oakville	Avenue Alexandra	Mississauga	3	80	116	304	Oui	0,6	0,6	2	0,5	3,7
Alb.	CN	127,21	Vegreville	129e Avenue E 62e Rue	Edmonton	3	20	262	1 200	Oui	0,2	1,2	2	0,5	3,9
Alb.	CP	4,63	Macleod	Promenade Heritage	Calgary	3	50	336	500	Oui	0,4	1,5	2	0,5	4,4

Centre de développement des transports

800, bd. René-Lévesque Ouest
Bureau 600
Montréal (Québec)
H3B 1X9

www.tc.gc.ca/tdc/index_f.htm